

লেদ সেপিং ও মিলিং শিক্ষা

প্রথম খণ্ড
(লেদ মেশিন)

জাতীয় অধ্যাপক সতেন্দ্রনাথ বসু
মহাশয়ের ভূমিকা সম্বলিত

সোমনাথ দাঁ



বি. চৌধুরী

২/১ ডি, এল. রায় স্ট্রীট, কলিকাতা-৬

LATHE SHAPING MILLING SIKSHA

by Somnath Daw

© K. Daw—1972

প্রথম প্রকাশ : ১৯৬২

দ্বিতীয় সংস্করণ : ১৯৬৩

পুনর্মুদ্রণ : ১৯৬৪

তৃতীয় সংস্করণ : ১৯৬৬

চতুর্থ সংস্করণ : ১৯৬৭

পঞ্চম সংস্করণ : ১৯৭২

প্রকাশক :

বি, চৌধুরী

২/১ ডি, এল, রায় স্ট্রীট

কলিকাতা-৬

দাম—আট টাকা

মুক : ইন্ডাষ্ট্রিাল ফটো এন্থ্রোপিং কোং

কলিকাতা-২

মুদ্রক :—শ্রীমদ্রাবদ নাগ, বঙ্কিমী প্রেস ১২/২ মদন মিত্র লেন, কলিকাতা-৬
এবং শ্রীভাপসকুমার সরকার, দেশবাসী মুদ্রণিকা প্রাঃ লিঃ ১৪-সি, ডি, এল,
রায় স্ট্রীট, কলিকাতা-৬।

ভূমিকা

Prof. S. N. Bose
National Professor

92. Upper Circular Road,
Calcutta-9.
22. Iswar Mill Lane.
Calcutta-6.

দেশে এসেছে কল-কারখানার যুগ। নানাদিকে নতুন নতুন শিল্প প্রতিষ্ঠানের উদ্যোগ চলেছে। এর জন্তে দরকার হয়েছে বহু ধরনের যন্ত্রপাতি—সবই বিদেশ থেকে আমদানি করা বুদ্ধিমানের কাজ নয়। তাই চেষ্টা চলেছে যতদূর সম্ভব প্রাথমিক যন্ত্রের সাহায্যে নানাবিধ করণ উৎপাদন করা—তাই এখন কুশলী কারিগরের বিশেষ দরকার।

কি ইন্জিনিয়ার কি কারিগর সকলকেই প্রয়োগশালায় শিক্ষানবিসী করতে হয়। নিজের হাতে যন্ত্র চালাতে হয়, যাতে সে শিখতে পারে নানা যন্ত্রের বৈশিষ্ট্য। তবে আমাদের কারিগর সব সময় ইন্জিনিয়ারের মত উচ্চ শিক্ষিত হয় না। ইংরাজী লেখা বই বুঝতে অনেক সময় তাকে বিব্রত হ'তে হয়। এদিকে নিপুণ কর্মী হ'তে গেলে গতানুগতিক ভাবে যন্ত্রাগারে মাষ্টারের কাছে সাগরেদী করে শিখলে যথেষ্ট তাড়াতাড়ি বিত্তা আয়ত্ত হবে না—চাই নিজে পরিশ্রম করে ঘরে বসে নানা বই পড়ে নিজের জ্ঞান বাড়ান।

জার্মানি, ইংলণ্ড বা রুশদেশের মিস্ত্রি যে অল্প বয়সেই উচ্চদরের সুন্দর কার্কে কুশলী হয়, তার প্রধান কারণ তারা বাড়ীতে পড়ে—প্রয়োগশালায় যা শেখে, যন্ত্রের সঙ্গে যে পরিচয় হয়, সেই জ্ঞান বাড়িয়ে নেয় বই পড়ে—এর জন্ত তাদের মাতৃভাষায় যথেষ্ট বই পাওয়া যায়। আমাদের দেশের মিস্ত্রিদের তাদের সমতুল্য নিপুণ ও নিখুঁত কর্মী হ'তে হলে তাদেরও শুধু হাতে কলমে কাজ করলে চলবে না। নিজেদের জ্ঞান ঘরে বসে পড়ে বাড়ীতে হবে। তাই মাতৃভাষায় যন্ত্রবিদ্যার বই—এর এত দরকার হয়েছে আজকাল। শ্রীমান সোমনাথ দাঁ এ বিষয়ে এগিয়ে এসেছেন—বাংলার **Lathe, Shaping ও Milling Machine** এর ব্যবহারের কথা বুঝিয়ে বলেছেন। বই ভাল হয়েছে। নানা ছবিও আছে এতে, বিষয়বস্তু সোজার বোঝাবার জন্ত। এ বই—এর বহুল প্রচার হবে আশা করছি। শ্রীমান সোমনাথ দাঁ পথিকৃত হিসাবে আমাদের সকলের প্রশংসা অর্জন করেছেন।

নতুন বোল

বাংলাবপুৰ বিশ্ববিদ্যালয়ের ৱেক্টর ডঃ ত্ৰিগুণা সেন

মহাশয়ের অভিমত

শ্ৰীযুক্ত সোমনাথ দাঁ লিখিত লেদ, সেপিং ও মিলিং শিক্ষা (প্ৰথম খণ্ড) বইখানি পড়িয়াছি। বইখানি বেশ ভালই লেখা হইয়াছে। উহা পাঠ করিলে লেদ মেশিন সঙ্ক্ষে মোটামুটি জ্ঞান লাভ হইতে পারে। Junior Technical অথবা Industrial Apprentice-দের পক্ষে বইখানি উপযুক্ত হইবে বলিয়া মনে করি।

বেঙ্গল এঞ্জিনিয়ারিং কলেজের অধ্যাপক শ্ৰীভূপালকৃষ্ণ

দত্ত মহাশয়ের অভিমত

শ্ৰীসোমনাথ দাঁ'র লেখা "লেদ সেপিং ও মিলিং শিক্ষা" পড়লাম। বইটি খুবই সম্বোধনযোগী এবং ভাল হয়েছে। বাংলা ভাষায় একরূপ একটি বইয়ের বিশেষ প্ৰয়োজন ছিল। শ্ৰীদাঁ এই ব্যাপারে এগিয়ে আসায় সেই অভাব পূরণ হ'ল।

বইটির ভাষা অত্যন্ত সরল এবং বোঝানোর পদ্ধতিও চমৎকার। আশা করি বইটি পলিটেকনিক ছাত্রদের ও মেশিনশপের কর্মীদের খুবই উপকারে আসবে। লেদ, সেপিং ও মিলিং মেশিন সঙ্ক্ষে মোটামুটি জ্ঞান লাভের জন্ত ইঞ্জিনিয়ারিং ছাত্ররাও বইটি পড়তে পারে।

পশ্চিমবঙ্গ সরকারের কারিগরি শিক্ষার প্ৰধান পরিদর্শক

শ্ৰী এ. সি. সেন, মহাশয়ের অভিমত

লেদ, সেপিং ও মিলিং শিক্ষা বইখানা পড়ে খুব সন্তোষ লাভ করলাম। বাংলা ভাষায় এ-ধরনের বই খুবই বিরল। বইখানি বেশ সহজ ভাষায় লেখা এবং বিষয়-বস্তুগুলি চিত্রের সাহায্যে অতি সুন্দরভাবে বোঝান হয়েছে। কারিগরি বিদ্যালয়ের ছাত্রদের পক্ষে এ-ধরনের বই বিশেষ উপযোগী এবং আশাকরি ভবিষ্যতে এই বিষয়ে সকলেই আরও উদ্যোগী হবেন। সোমনাথ দাঁ'র এই প্ৰচেষ্টা প্রশংসনীয়।

বাদবপুৰ ইঞ্জিনিয়ারিং কলেজের অধ্যাপক ডঃ অমিতান্ত ভট্টাচার্য, মহাশয়ের অভিমত

আমি শ্রীসোমনাথ দাঁ প্রণীত “লেদ সেপিং ও মিলিং শিক্ষা” অত্যন্ত আগ্রহের সহিত পড়িয়াছি এবং পরিবৰ্ধিত নূতন সংস্করণের প্রচুর বৈশিষ্ট্যপূর্ণ অতিরিক্ত উপাদান লক্ষ্য করিয়াছি। আমি এই বিষয়ের সংশ্লিষ্ট অধ্যাপক হিসাবে এই পুস্তকটিকে ডিপ্লোমা—এমন কি—ডিগ্রী পাঠরত ছাত্রদের পড়িতে অরোধ করিব। প্রাঞ্জল বাংলা ভাষায় রচিত এই পুস্তকটিতে মেশিন-শপের সমস্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলি ও সমস্তাসমূহ সুল্লরভাবে বর্ণিত হইয়াছে। আমি এইরূপ কারিগরি বিষয়ের পুস্তক রচনা ও বহুল প্রচার আন্তরিকভাবে কামনা করি।

পশ্চিমবঙ্গ সরকারের অ্যাডিসক্টাল ডিরেক্টর অব ইন্ডাস্ট্রিজ (ট্রেনিং) ডি. এন. ঘোষ মহাশয়ের অভিমত

বাংলা ভাষায় এন্জিনিয়ারিং ও টেকনলজি সম্পর্কিত গ্রন্থ নাই বলিলেই চলে। সামান্য যে কয়েকটি আছে সেগুলি প্রায়ই নির্ভরযোগ্য ও সহজবোধ্য নহে। বাংলা ভাষায় ইংরাজীর প্রতিশব্দ ও টেকনিক্যাল পরিভাষার ব্যবহার দুর্বল হইলেও সে বাধা লেখকের প্রয়াস ও প্রকাশের গুণে সহজতর হইতে পারে। বর্তমান শিল্প উন্নয়নের যুগে কারিগরি শিক্ষার প্রসার ও শিক্ষার্থীদের সুবিধার জন্ত সহজবোধ্য গ্রন্থের বিশেষ প্রয়োজন। এইদিকে লক্ষ্য রাখিয়া মেসার্স বনু চৌধুরী প্রকাশিত ও শ্রীসোমনাথ দাঁ রচিত “লেদ, সেপিং ও মিলিং শিক্ষা” গ্রন্থটিকে স্বাগত জানাই। বিষয়বস্তুর সহজ ব্যাখ্যা, প্রকাশ ভঙ্গী ও রচনার গুণে গ্রন্থটি শিক্ষার্থীদের বহুদিনের অভাব মোচনে সাহায্য করিবে। শুধু কারখানার কর্মী অথবা ইণ্ডাস্ট্রিয়াল ট্রেনিং ইনস্টিটিউট এবং জুনিয়র টেকনিক্যাল স্কুলের শিক্ষার্থীগণই নহে, শিক্ষকগণও এই গ্রন্থ পাঠে উপকৃত হইবেন। আমি আশা করি গ্রন্থকার কারিগরি শিক্ষার উপযোগী অন্তান্ত বিষয়ে আরও গ্রন্থ রচনা ও প্রকাশ করিবেন।

মুখবন্ধ

গত একশত বৎসরে পাশ্চাত্য জগতে কারখানা-শিল্পের বিপুল উন্নতি সাধিত হইয়াছে। এই কর্ম সম্পাদনে শুধুমাত্র ইঞ্জিনিয়ারদের ভূমিকা আছে, এ-কথা মনে করা অসঙ্গত। অধিকাংশ মেশিনের উন্নতির মূল অনুসন্ধান করিলে স্পষ্ট হইবে যে, তাহাতে মেশিনিষ্টগণের (Machinist) একটি বিশিষ্ট ভূমিকা বর্তমান। এখানে বলা প্রয়োজন যে মেশিন-চালক (Operator) ও মেশিনিষ্ট একই গোত্রের অন্তর্ভূত নহেন। মেশিন-চালকগণ কেবলমাত্র একটি মেশিনই চালাইতে পারেন, কিন্তু মেশিনের সেটিং ও যান্ত্রিক ব্যবস্থা সঞ্চকে তাঁহাদের জ্ঞান অত্যন্ত সীমাবদ্ধ। মেশিনিষ্টগণ একটি ‘মেশিনশপ’-এর ষ্ট্যান্ডার্ড সকল প্রকার মেশিন চালাইতে সক্ষম এবং সেই সকল মেশিনের সকল প্রকার সেটিং ও রক্ষণাবেক্ষণ সঞ্চকে তাঁহাদের প্রভূত জ্ঞান থাকে। আমেরিকার জায় বিস্তৃতালাী ও শিল্পোন্নত দেশে শতকরা প্রায় নববইজন ওয়ার্কশপ সুপারিন্টেন্ডেন্ট প্রথম জীবনে মেশিনিষ্ট ছিলেন। আমাদের দেশ এখন দ্রুত শিল্পোন্নয়নের পথে অগ্রসর হইতেছে। সুতরাং আমাদের দেশের যে কোন পরিশ্রমী ও ধৈর্যশীল যুবকের পক্ষে মেশিনিষ্টের জীবন উজ্জ্বল সম্ভাবনাপূর্ণ।

হুঃখের বিষয় মেশিন সঞ্চকে বাংলাভাষায় উপযুক্ত বই না থাকায় বাঙালী কারিগর ও কারিগরি শিক্ষার্থীগণকে প্রধানতঃ ইংরাজী বইয়ের উপর নির্ভর করিতে হয়। মাতৃভাষা বাংলায় রচিত, এই বইখানি যদি সংশ্লিষ্টজনের উপকারে সাহায্য করে, তাহা হইলে পুরস্কৃত হইব। রচনাকালে নূতন ও পুরাতন সকল শ্রেণীর শিক্ষার্থীর কথাই বিবেচনা করা হইয়াছে।

অনির্দিষ্ট পরিভাষার অভাবে, পাঠকের পক্ষে বিভ্রান্তি সৃষ্টি বাহাতে না হয় সেইজন্য অধিকাংশ ক্ষেত্রেই ইংরাজী টেকনিক্যাল শব্দ যথাযথ রাখিয়া শুধুমাত্র বাংলা ভাষায় উল্লেখ করা হইয়াছে। বহুক্ষেত্রে কারখানা প্রচলিত শব্দও ব্যবহৃত হইয়াছে।

এই পুস্তক প্রকাশের ব্যাপারে স্বর্গত বিনোদবিহারী বসু মহাশয়ের উৎসাহ সশ্রদ্ধচিত্তে স্বরণ করি।

দ্বিতীয় সংস্করণ

এক বৎসরের মধ্যেই পুস্তকখানির প্রথম সংস্করণ নিঃশেষিত হইয়াছে। দ্বিতীয় সংস্করণ পরিবর্দ্ধিত আকারে প্রকাশে বিলম্বের জন্ত ক্রটি স্বীকার করিয়া লইতেছি।

কারিগরি শিক্ষার্থী ও ছাত্রগণের বিশেষ সুবিধার জন্ত বিভিন্ন প্রকারের প্যাচ কাটিবার (ইঞ্চি ও মিলিমিটারে) চেষ্টা গিয়ারের বিস্তৃত তালিকা সন্নিবেশিত হইল। ইহা ছাড়াও চাকের কাজ ও মোরামত, ম্যাগ্নেটের কাজ, টেপার ও থ্রেড মাপিবার পদ্ধতি, ক্যাপস্টন লেন, মাইক্রোমিটার ও ভার্ণিয়ার ক্যালিপার প্রভৃতি অনেক উপাদান এই সংস্করণে যুক্ত হইয়াছে।

যাঁহারা নানাভাবে আমাকে সাহায্য ও উৎসাহিত করিয়াছেন তাঁহাদের নিকট আমি কৃতজ্ঞ।

শিবপুর, ১৯৬৩

গ্রন্থকার

চতুর্থ সংস্করণ

এই পুস্তক প্রকাশের পর হইতে দেশে কারিগরি সংস্থার প্রসার ও কারিগরি শিক্ষার্থীর চাহিদা প্রচুর বৃদ্ধি পাইয়াছে। কারিগরি শিক্ষক, ছাত্র ও কর্মীগণের অহরোধ অমুখারী বর্তমান সংস্করণেও কয়েকটি অধ্যায় সংযোজিত হইল। বিশেষ করিয়া বাটালি শান দিবার পদ্ধতি ও মেট্রিয়লস্ সঞ্চকে।

১৯৬৭

গ্রন্থকার

পঞ্চম সংস্করণ

গত দুই তিন বৎসর যাবত কলিকাতা ও পশ্চিমবঙ্গের শিক্ষাক্ষেত্র ও কল কারখানায় অশান্ত অবস্থার জন্ত বইখানির পুনঃ প্রকাশের বিলম্ব হইল। পরবর্তী সংস্করণে নতুন উপাদান সংযোজন ও বর্দ্ধিত আকারে প্রকাশের আশা রাখি।

১৯৭২

গ্রন্থকার

তুচীপত্র

বিষয়			পৃষ্ঠা
লেদ ও লেদের ইতিহাস	....	....	১
লেদের শ্রেণীবিভাগ	....	....	৭
ইঞ্জিন লেদের প্রধান প্রধান অংশ ও যান্ত্রিক ব্যবস্থা	....	....	১৬
লেদবেড ; হেডষ্টক ; হেডষ্টক বিয়ারিং ; টেলষ্টক ; অ্যাপ্রনের			
অভ্যন্তরস্থ যান্ত্রিক ব্যবস্থা ; প্লাইড ; লেদের মাপ ইত্যাদি ।			
লেদের আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতি (Attachments )	....	....	৪৬
টেপার টার্নিং ও টেপার মাপিবার পদ্ধতি	....	....	৫১
থ্রে ড কাটিং (পাঁচ কাটা)	....	....	৭৫
থ্রে ডের প্রকার ; সিম্পল এবং কম্পাউণ্ড গিয়ারিং ;			
মেট্রিক থ্রে ড ; কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স ; থ্রে ডধরা ;			
একাধিক পছাবিশিষ্ট থ্রে ড কাটিবার পদ্ধতি প্রভৃতি ।			
থ্রে ডের পিচ, পিচ ডায়ামেটার ও অ্যান্গল মাপিবার পদ্ধতি ...			৯৬
লেদের বাটার্লির উপাদান ও ডিজাইন	....	....	১০২
কাটিং স্পীড ও ফীড	....	....	১১১
চাক ও চাকের কাজ	....	....	১১৪
ম্যাণ্ড্রেল ও কলেট	....	....	১২৫
বিভিন্ন প্রকার লেদের কাজ ও সেটিং পদ্ধতি	....	....	১৩১
লেদ মেশিন কিরূপে বসাইতে হয়	....	....	১৫৩
টারেট ও ক্যাপস্টন লেদ	....	....	১৫৭
বাটার্লি শান দিবার পদ্ধতি	....	....	১৬৪
মাপিবার যন্ত্র : মাইক্রোমিটার, ভার্ণিয়ার ক্যালিপার প্রভৃতি....			১৬৯
উপাদানের যান্ত্রিক ধর্ম	....	....	১৮৫
লৌহজাত ধাতু এবং উহার অ্যালয়	....	....	১৮৮
স্ট্র-লৌহজাত ধাতু এবং উহার অ্যালয়	....	....	২০১
ইস্পাতের তাপ-শোথন	....	....	২০৫
কাটিং-ক্লুইড	....	....	২০৯
ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ড মেট্রিক থ্রে ড ও উহার চেঞ্জ গিয়ারের হিসাব....			২১৯
বিভিন্ন তালিকা	...	...	২২৮

লেদ মেসিন

প্রথম অধ্যায়

লেদ ও লেদের ইতিহাস

আধুনিক যুগকে যান্ত্রিক সভ্যতার যুগ বলা হইয়া থাকে। আধুনিক যন্ত্রপাতি যে কত রকমের অসাধ্য সাধন করিতেছে তাহা বলাই বাহুল্য। এই সকল যন্ত্রের মধ্যে যেগুলি ধাতু কাটিবার কাজে ব্যবহৃত হয় তাহাদের মধ্যে লেদ মেসিনই প্রাচীনতম।

লেদ মেসিনের সংজ্ঞা।

লেদ মেসিন হইতেছে এক প্রকারের মেসিন টুলস (Machine Tools) সাহায্যে একটি একমুখো (Single Point) বাটালি সাহায্যে ঘূরন্ত বস্তুকে কাটিয়া প্রধানতঃ বেলনের স্থায় (Cylindrical), মোচার স্থায় (Conical) বা চ্যাপ্টা (Flat) আকৃতি দেওয়া হয়।

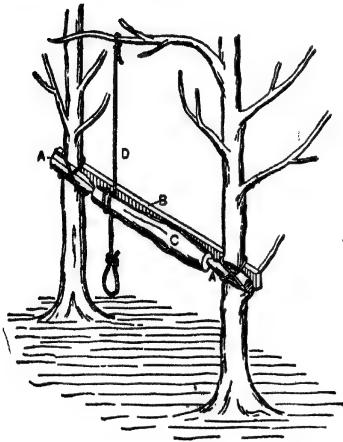
সময় সময় লেদ মেসিনে বিভিন্ন প্রকার যোগান ও অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে বস্তুকে স্থির রাখিয়া ও বাটালি বা মিলিং কাটারকে ঘোরাইয়া বোরিং ও মিলিং-এর কাজ এবং বস্তুকে স্থির রাখিয়া ও বাটালিকে লম্বাঘনি বা আড়াআড়ি চালনা করিয়া সেপিং-এর কাজ করা হইলেও, এই সকল কাজ এই মেসিনের স্বাভাবিক কাজ নহে এবং পূর্বোক্ত কাজগুলির স্থায় ক্ষত ও দক্ষতার সহিত করা যায় না।

লেদ মেসিনের ক্রমবিকাশ ও নামকরণ

* Pliny-র মতে আন্দাজ ৫১০ খ্রীঃ পূর্বাব্দে Samos-এর Theodorus টার্পিং বিজ্ঞা আবিষ্কার করেন। কিন্তু ইহারও বহু পূর্ব হইতে যে কুমারের চাকের (Potter's Mill) প্রচলন চলিয়া আসিতেছে তাহা আমরা প্রাচীন ধর্মগ্রন্থাদি হইতে জানিতে পারি। সম্ভবতঃ কুমারের চাকই লেদ মেসিনের ক্রমবিকাশের প্রথম ধাপ এবং পৃথিবীর প্রাচীনতম যন্ত্র।

* খ্রীষ্টীয় প্রথম শতকের লেখক।

প্রকৃত লেবের প্রাচীনতম আকৃতি ১নং চিত্রে দেখান হইয়াছে। দুইটি কাঠের টুকরা A, A-র একদিকে ছুঁচালো করিয়া লইয়া অবিধামত দুইটি গাছে বাঁধা হইত। ইহারা আলের (Centers) কাজ করিত। C-কাঠের টুকরাটি, বাহাকে টার্নিং (Turning) করিত হইবে, আলে আলে ধরা হইত। গাছের ঠিক ইহার বিপরীত দিকে সোজা (Straight) একটি কাঠের বাটাম B মারিয়া চিজেল (Chisel) বা অন্য কোন প্রকারের বাটালিকে (Cutting Tools) ঠেস (Support) দিবার জন্য টুলপোস্ট



১নং চিত্র—প্রাচীন বৃক্ষ লেব

করিলে ডালটি আবার তাহার পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া যাইত, তখন কাঠের টুকরাটি পূর্বের বিপরীত দিকে ঘুরিত। এইরূপে পা উঁচুনিচু করিয়া কাঠের টুকরাটিকে একবার সোজা দিকে একবার উঁচুনিচু করে ঘোরান হইত। টুকরাটি যখন সোজা দিকে ঘুরিত তখনই কেবলমাত্র উহা কাটা হইত। এই প্রকারে স্থূল যন্ত্রে প্রাচীনকালের দক্ষ কারিগরেরা যে সকল সুন্দর সুন্দর জিনিষ টার্নিং করিয়াছেন, তাহা দেখিলে আশ্চর্য হইতে হয়।

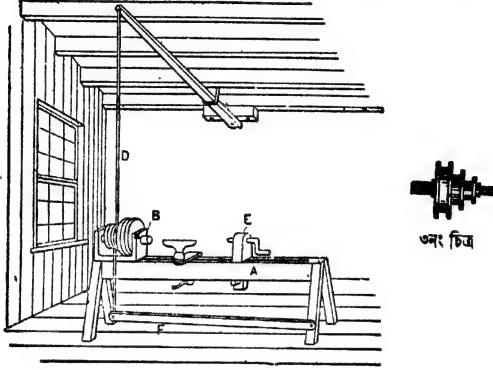
ইহার পরের স্তরে আল দুইটি গাছের গুঁড়িতে না বাঁধিয়া একটি কাঠের বেকের উপর স্থায়ীভাবে তৈয়ারি করিয়া রাখা হইত, আর দড়িটি গাছের ডালে না বাঁধিয়া ঘরের ভিতরদিকের ছাদে একটি নমনীয় তক্তা (Flexible

(Tool-Post) তৈয়ারি করা হইত। C-টুকরাটিকে ঘোরাইবার জন্য দড়ি D-এর একদিক বৃক্ষের একটি নমনীয় (Flexible) ডালে বাঁধিয়া দড়িটিকে কাঠের টুকরাটির উপর হুঁ-এক পাক ঘোরাইয়া লইয়া গিয়া অপর প্রান্তে একটি ফাঁসা তৈয়ারি করা হইত। ফাঁসের মধ্যে পা ঢোকাইয়া দড়িটিকে নীচের দিকে টানিলে কাঠের টুকরাটি ঘুরিত। আর ডালটি নত হইয়া যাইত। পা আলগা

লেদ ও লেদের ইতিহাস

Lath) আটকাইয়া তাহার সহিত বাঁধা হইত। সম্ভবতঃ তক্তা বা Lath এই কথা হইতেই লেদ (Lathe) মেশিনের নামকরণ হইয়াছে।

ইহার পর লেদ মেশিনের উন্নতি হইয়া ২নং চিত্রের আয় আকৃতি হয়।

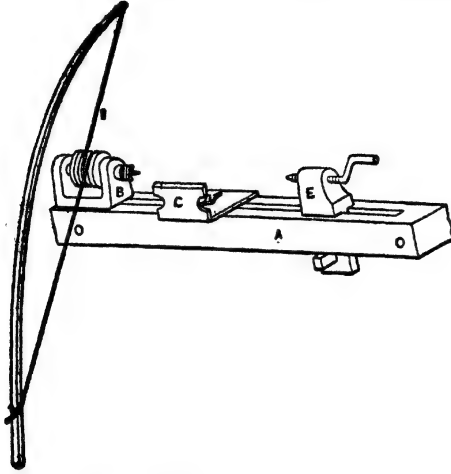


২ নং চিত্র—শ্রিং-পোল লেদ

ইহাতে আল দুইটি, B এবং E, যথাক্রমে আধুনিক হেডষ্টক (Head stock) ও টেলষ্টকের (Tail stock) স্থল আকৃতি লাভ করে। সে সময়ে হেডষ্টক ও টেলষ্টক উভয়ই কাঠের তৈয়ারী হইত। হেডষ্টক স্পিন্ডল (Spindle), যাহার উপর দিয়া দড়িটি পাক খাইয়া যাইত, একটি সাধারণ কাঠিম (Spool) আকৃতির ছিল। পরে ইহা ৩নং চিত্রের আয় পুলির (Pulley) আকৃতি লয়। এই সময়ও দড়ির (চিত্রের D) উপরের প্রান্ত পূর্বের আয় শ্রিং করে এরূপ একটি তক্তায় (Spring-pole Lath) বাঁধা হইত কিন্তু নীচের প্রান্ত কাঠের তক্তা F-এর (২নং চিত্র) সহিত বাঁধা হইত। F-তক্তাটির অপর দিক মেশিনের পায়ার সহিত কীলক (Pivot) দ্বারা যুক্ত থাকিত যাহাতে ইহা কীলককে কেন্দ্র করিয়া ঘুরিতে পারে। প্রথমে ইহাতে কোনরূপ টুলপোস্ট থাকিত না। পরে ইহার সহিত টুলপোস্ট যুক্ত হয়। হেডষ্টক, টেলষ্টক এবং টুলপোস্ট ২নং চিত্রের আয় একটি কাঠের বেডের (Bed) উপর অবস্থিত থাকিত। এই প্রকার লেদ “শ্রিং-পোল লেদ” (Spring-pole Lathe) নামে পরিচিত ছিল।

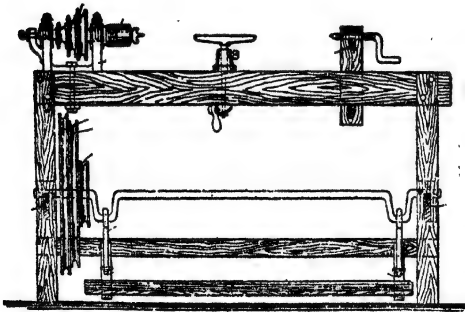
৪নং চিত্রের আয় আর একপ্রকারের লেদ এই সময় আবিষ্কৃত হয়, তাহাকে কৌদাই লেদ বা ‘বেহালা’র ছড়ি’ লেদ (Fiddle-bow Lathe)

বলে। এই প্রকার লেদেও বস্তুটিকে ঘোরাইবার জন্য পূর্বোক্ত নীতিই ব্যবহার করা হয়। D-দড়িটিকে টান অবস্থায় বস্তুর (Job) উপর দিয়া বা



৪নং চিত্র—কোদাই বা 'বেহালার ছড়ি' লেদ

যাহাকে ঘোরাইলেই বস্তুটি ঘুরিবে এইরূপ কোন অংশের উপর দিয়া পাকাইয়া ঘোরান হয়। পূর্বোক্ত পদ্ধতির সহিত ইহার



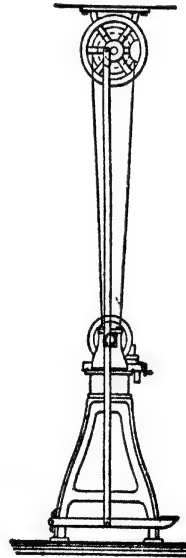
৪নং চিত্র—পা-লেদ

তক্ষণ এই যে দড়িটিকে টান রাখিবার জন্য ঘরের ভিতরকার ছাদে আর তক্তা (Lath) না লাগাইয়া ৪নং চিত্রের H-এর স্থায় একটি লাঠিকে ধরকের মত

বাঁকাইয়া দড়িট টান রাখা যায়। এখানে A বোডের, B হেডষ্টকের, C টুলপোষ্টের এবং D টেলষ্টকের কাজ করিতেছে।

ইহার পর ৬নং চিত্রের জায় পা-লেদের (Foot Lathe) প্রচলন হয়। ইহার পর এই পা-লেদের উন্নতি করিয়া আধুনিক কালে যেক্ষেপে পা-সেলাইকল চালনা করা হয় সেইরূপে পা-লেদকে চালানো হইত। কিন্তু এই শেখোক্ত প্রকারের পা-লেদের একটি স্থবিধা এই যে ছইল ও পা-দানিকে (Treadle) যে কানেক্টিং রড (Connecting Rod) যুক্ত করে, তাহা ছইলের কেন্দ্র এবং পাদানির যে বিন্দুতে রডটি আটকান, এই দুই বিন্দুর সংযোজক সরল-রেখার সহিত অত্যধিক কোণ করিয়া ঘোরে বলিয়া ঘর্ষণ অধিক হয় এবং পা দ্বারা যতটা শক্তি খরচ করা হয় সে তুলনায় কাজ পাওয়া যায় না। এই অস্থবিধা দূর করিবার জন্য ছইলটি মেসিনের নিম্নস্থানের পরিবর্তে উপরে কাউন্টার শাক্টে (Counter Shaft) দিয়া পা-দানি (Treadle) এবং ছইলটিকে একটি লম্বা কানেক্টিং রড (Connecting Rod) দ্বারা ৬নং চিত্রের জায় যুক্ত করিয়া মেসিন ঘোরান হইল।

লেদ মেসিনে কোন বস্তু কাটিবার মূল তত্ত্বটি সেই প্রাচীনকাল হইতে এক থাকিলেও আমরা অধুনা যে লেদ মেসিনেব সহিত পরিচিত তাহা পূর্বাপেক্ষা বহু উন্নত ধরনের। ১৭০০ খ্রীষ্টাব্দে অজ্ঞাতনামা একজন ফরাসী যন্ত্রবিদ লেদ মেসিনের উন্নতি সাধন করিয়া লেদ মেসিনকে সর্বপ্রথম একটি বিশেষ কার্যকরী মেসিনে রূপান্তরিত করেন। কিন্তু প্যাচ কাটিবার ব্যবস্থা যুক্ত আধুনিক লেদ মেসিনের জন্য আমরা Henry Mandsley-এর নিকট ঋণী। তিনি লেদ মেসিনে স্লাইডিং ক্যারেজ (Sliding Carriage) যুক্ত করিয়া লেদ মেসিনের উন্নতি-সাধন করেন এবং ১৮০০ খ্রীষ্টাব্দে লেদে স্ক্রু কাটিবার ব্যবস্থা প্রবর্তন করিয়া প্রতি ইঞ্চিতে ১৬ হইতে ১০০টি পর্বন্ত খেঁড় কাটেন। ইহার পর হইতে বিভিন্ন প্রকারের কাজের স্থবিধার্থে বিভিন্ন আকৃতির ও



৬নং চিত্র—কাউন্টার শাক্ট চালিত পা-লেদ

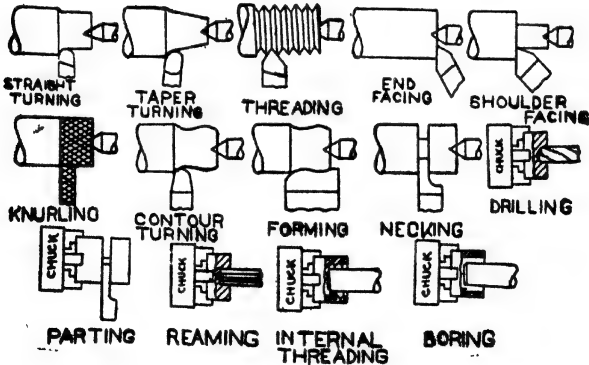
ডিজাইনের বহু প্রকারের লেদ মেশিন নির্মিত হইলেও, ইহার গঠনের ও ডিজাইনের মূল তত্ত্বটি একই রহিয়া গিয়াছে। ইহার ফলে লেদের গঠন প্রণালী, চালাইবার কৌশল ও ইহাতে মাল কাটিবার পদ্ধতির মূলতঃ সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান থাকিলে একজন দক্ষ মেশিনচালক যে কোন প্রকারের লেদ দক্ষতার সহিত চালাইতে পারেন।

লেদ মেশিনের প্রধান প্রধান কাজ

ইঞ্জিন লেদে প্রধানতঃ নিম্নলিখিত ছয় প্রকারের কাজ হয় :—

1. প্লেন বা সিলিন্ড্রিক্যাল টার্নিং (Plain or Cylindrical Turning)
2. টেপার টার্নিং (Taper Turning)
3. ফেসিং (Facing)
4. বোরিং (Boring)
5. থ্রেড কাটিং (Thread Cutting)
6. ড্রিলিং ও রিমিং (Drilling and Reaming)

প্লেন টার্নিং—যখন একটি ঘূর্ণন্ত বস্তুর অক্ষের সমান্তরালভাবে বাটালি চালনা করিয়া বস্তুটির ব্যাস কমান হয়, তখন তাহাকে টার্নিং বা প্লেন টার্নিং বলে।



৭ নং চিত্র—লেদে প্রচলিত কয়েক প্রকারের কাজ

টেপার টার্নিং—টেপার টার্নিং-এর সময় ঠিক প্লেন টার্নিং-এর মত বস্তুটি ঘূর্ণিত থাকে ও এক মুখবিশিষ্ট বাটালি চালনা করিয়া বস্তুটি কাটা হয়।

কিন্তু বাটালিটি বস্তুর অক্ষের সমান্তরাল না যাইয়া বস্তুর অক্ষের সহিত কক্ষ কোণ করিয়া যায়।

ফেসিং—ঘূরন্ত বস্তুর অক্ষের সহিত লম্বভাবে বাটালি চালনা করিয়া ফ্ল্যাট সারফেস (Flat Surface) অর্থাৎ সমতল বা চ্যাপ্টা পৃষ্ঠ উৎপন্ন করার পদ্ধতিকে ফেসিং বলে।

বোরিং—পূর্বকৃত গর্তের মধ্যে বস্তুর অক্ষের সহিত সমান্তরালভাবে বা কোণ করিয়া বাটালি চালনা করিয়া গর্তটিকে সিলিন্ড্রিক্যাল (বেলনাকৃতি) বা কনিক্যাল (মোচাকৃতি) ভাবে বর্ধিত করার পদ্ধতিকে বোরিং বলে।

থ্রেড কাটিং—সমান্তরাল বা টেপারভাবে বস্তুর উপরের বা ভিতরের পৃষ্ঠে প্যাচ কাটাকে থ্রেড কাটিং বলে।

ড্রিলিং—একটি সলিড অর্থাৎ নিরেট বস্তুর অক্ষ বরাবর ড্রিল দ্বারা গর্ত করাকে ড্রিলিং বলে।

রিমিং—ড্রিল করা গর্ত মন্থণ ও নিখুঁত মাপবিশিষ্ট হয় না। সেইজন্য নিখুঁত মাপের গর্ত করিতে হইলে, যে মাপের গর্ত করিতে হইবে তাহা অপেক্ষা '010 (দশ হাজার) হইতে '016 (ষোল হাজার) ইঞ্চি ছোট মাপের গর্ত প্রথমে ড্রিল করা হয় ও পরে রিমার দ্বারা গর্তটি নিখুঁত মাপে আনা হয় ও মন্থণ করা হয়। রিমার দ্বারা এইভাবে গর্তের মাপ নিখুঁত করাকে রিমিং বলে।

দ্বিতীয় অধ্যায়

লেদের শ্রেণীবিভাগ

লেদের প্রকার

লেদ মেশিন প্রধানতঃ হোরাইজন্টাল (Horizontal) ও ভার্টিকাল (Vertical) এই দুই শ্রেণীতে বিভক্ত। ভার্টিকাল লেদ মেশিন “বোরিং মেশিন” (Boring Machine) নামেই অধিক পরিচিত। লেদ মেশিন বলিতে আমরা সাধারণতঃ হোরাইজন্টাল লেদ মেশিনকেই বুঝাইয়া থাকি। হোরাইজন্টাল লেদ মেশিনকে সাধারণভাবে চারিশ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়।

গঠন এবং ব্যবহার অনুযায়ী ইহাদের প্রত্যেককে আবার বিভিন্ন উপ-বিভাগে বিভক্ত করা যায়। যেমন—

1.

স্পীড লেদ
(Speed Lathes)

- হাণ্ড-লেদ (মেঝে বা বেঞ্চের জন্ত) (Hand Lathes, for floor or bench)
- পলিশিং লেদ (Polishing Lathe)
- প্যাটার্ণ লেদ (Pattern Lathe)
- স্পিনিং লেদ (Spinning Lathe)
- চাকিং লেদ (টারেট সমেত বা বাদে) (Chucking Lathes, with or without Turret)

2.

মেটাল টার্নিং লেদ
(Metal Turning Lathes)

- প্লেইন ইঞ্জিন লেদ (থ্রেড কাটিবার যান্ত্রিক ব্যবস্থাহীন) (Plain Engine Lathes, without thread cutting mechanism)
- ফক্সব্রাস লেদ (Fox-brass Lathes)
- ফোর্জ লেদ (Forge Lathe)
- রাফিং লেদ (Roughing Lathe)

3.

পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদ
(Complete Engine Lathe with thread cutting Mechanism)

- পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদ (থ্রেড কাটিবার যান্ত্রিক ব্যবস্থায়ুক্ত) (Complete Engine Lathe with thread cutting mechanism)
- বেঞ্চ লেদ (Bench Lathes)
- টুলরুম লেদ (Tool Room Lathes)
- প্রেসিসন লেদ (Precision Lathes)
- র্যাপিড রিডাকশন লেদ (Rapid Reduction Lathes)
- প্রডাকশন লেদ (Production Lathes)

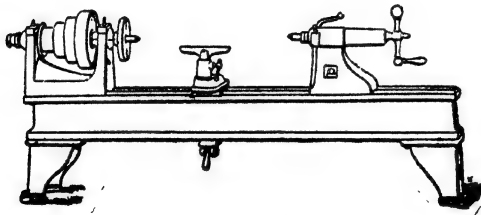
4.

স্পেশাল লেদ
(Special Lathes)

- ফর্মিং লেদ (Forming Lathes)
- পুলি লেদ (Pulley Lathes)
- শাফ্টিং লেদ (Shafting Lathes)
- মাল্টিপল (একাধিক) স্পিন্ডল লেদ (Multiple Spindle Lathes)
- টারেট লেদ (Turret Lathes)

স্পীড লেদ (Speed Lathes) :—যে লেদে বাটালি হাতে চালাইতে হয়, স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালাইবার ব্যবস্থা থাকে না, তাহাকে স্পীড লেদ বলে। এই প্রকার লেদ প্রধানতঃ কাঠ এবং পিতল প্রভৃতি নরম ধাতু কাটিবার উদ্দেশ্যে নির্মিত হওয়ার হেতুকে স্পিঙ্কে অত্যধিক বেশি স্পীডে অর্থাৎ গতিতে ঘোরাইবার ব্যবস্থা থাকে। এইজন্য এই প্রকার লেদের এইরূপ নামকরণ হইয়াছে। স্পীড লেদ সাধারণতঃ ব্যাকগিয়ার (Back Gear) এবং ক্যারিজ (Carriage) হীন হয়, তবে এই শ্রেণীর অন্তর্গত চাকিং লেদে কোন কোন সময় ব্যাকগিয়ারের ব্যবস্থা থাকে। কারণ, এই প্রকার লেদে প্রায়ই বড় বড় গর্ত (Bore) বোরিং করিতে হয় এবং বড় ও ভারী মাল কাটিবার জন্য স্পীড কমাইতে ব্যাকগিয়ারের প্রয়োজন হয়।

হাণ্ড-লেদ—সাধারণতঃ হাতে বাটালি ধরিয়া কাটিতে, ফাইলিং করিতে এবং হাক্স কোপ দিয়া বস্তু কাটিতে ব্যবহৃত হয়। ইহাতে যে স্লাইড রেট

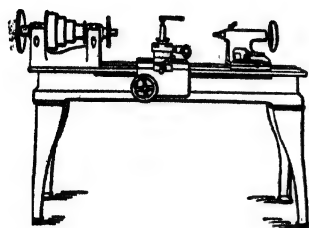


৮ নং চিত্র—বেক লেদ

(Slide Rest) থাকে তাহা প্রয়োজনমত খুলিয়া রাখা যায়। এই প্রকারের লেদ ৮ নং চিত্রের ছায় মেশিনিষ্টের (Machinist) বেঞ্চে বা ৯ নং চিত্রের প্যাটার্ণ লেদের ছায় পায়ার উপর অবস্থিত থাকে।

নাম হইতেই বুঝিতে পারা যায় পলিশিং লেদ অধিকাংশ ক্ষেত্রে পালিশ করিবার কাজে ব্যবহৃত হয়। তবে কোন কোন সময় ইহাতেও স্লাইড-রেট (Slide Rest) বা হাণ্ড-রেট (Hand Rest) থাকে।

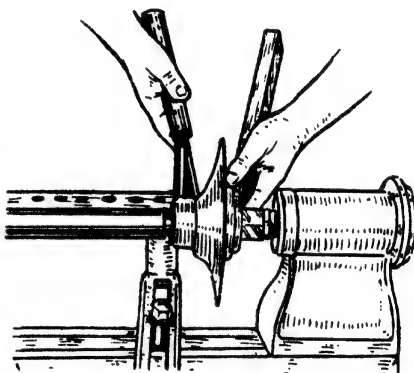
প্যাটার্ণ লেদে হাণ্ড-রেটে ঠেস রাখিয়া চিজেল প্রভৃতি হাত বাটালির সাহায্যে কাঠে প্যাটার্ণ করা হয়। ৯নং চিত্রের ছায় বর্তমানে এই প্রকার



১০নং চিত্র—প্যাটার্ণ লেদ

চাকের গায়ে চাপিয়া ধরিয়া চাদরটিকে গেলাস, বাটি, হাঁড়ি প্রভৃতি নানারকম আকৃতি দেওয়া হয়।

১১নং চিত্রের শ্রায় চাকিং লেদ পুলি, গিয়ার, স্লীভ (Sleeve), বুষ (Bush) প্রভৃতির শ্রায় গো লা কু তি বস্তুকে বোর (Bore) করিতে বা রিমার চালাইতে ব্যবহৃত হয়। অবশ্য এই প্রকারের কোন কোন মেশিনে ফেসিং প্রভৃতি করিবার জন্য ক্রেশ স্লাইড এবং



১১নং চিত্র—স্পিনিং লেদ

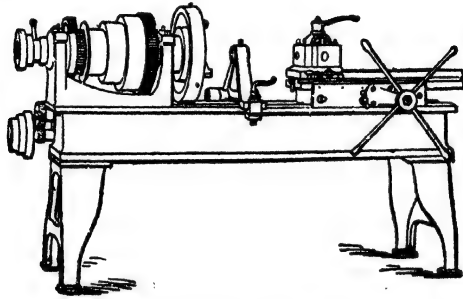
টুল পোষ্ট থাকে। আজকাল এই প্রকার মেশিনে টারেটও (Turret) যুক্ত করা হয় যাহাতে একাধিক বাটালি একসঙ্গে বাঁধিয়া বোরিং, রিমিং ছাড়াও ফেসিং, রিসেসিং (Recessing) প্রভৃতি কাজ বা অপারেশন (Operations) বার বার বাটালি না বদলাইয়া একই সেটিংএ করিতে পারা যায়।

মেটাল টার্নিং লেদ—এই প্রকার লেদ বিভিন্ন ধাতু কাটিবার উদ্দেশ্যে নির্মিত হওয়ায় বিভিন্ন ধাতু ও বিভিন্ন মাপের বস্তু কাটিবার উপযোগী ইহাতে আস্তে এবং দ্রুত অনেকগুলি স্পীডের ব্যবস্থা থাকে ও বাটালি স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালানো যায়। এই প্রকার লেদে খেঁড় কাটিবার ব্যবস্থা থাকে না।

অনেক মেশিনে বাটালি বাঁধিবার জন্য স্লাইড-রেস্টের ব্যবস্থা থাকে।

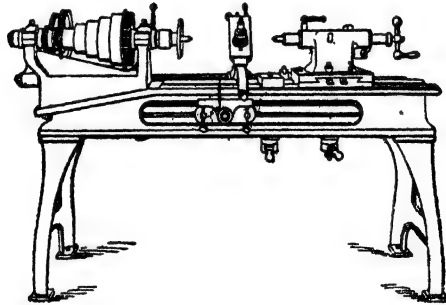
স্পিনিং লেদে গোলাকৃতি ধাতুর চাদরকে (Sheet Metal) অত্যন্ত দ্রুত গতিতে ঘোরান হয় এবং স্পিনিং করিবার উদ্দেশ্যে-নির্মিত বিশেষ প্রকারের বাটালির সাহায্যে চাদরটিকে যে আকৃতি দিতে হইবে সেই আকৃতির কাঠের

এই শ্রেণীর অন্তর্গত **লেন ইঞ্জিন লেদে** খেঁড় কাটিবার যান্ত্রিক ব্যবস্থা থাকে না। পূর্বে এই প্রকারের ছোট সাইজের (Size) লেদে স্বয়ংক্রিয় আড়াআড়ি দৌড় অর্থাৎ ক্রশফিডও থাকিত না। বিশেষ ফরমায়েশ ব্যতীত আজকাল নির্মাতারা এই প্রকারের যন্ত্র তৈয়ারী করেন না। বর্তমানে সব লেদেই প্রায় খেঁড় কাটিবার ব্যবস্থা থাকে।



১১ নং চিত্র—চাকিং বা টায়েটযুক্ত লেদ

১২ নং চিত্রের **কন্ট্রোল লেদ ইঞ্জিন** লেদেরই মত, তবে ইহাতে ক্যারেজ থাকে না। ক্যারেজের পরিবর্তে ইহাতে এক-প্রকারের ঘুরন্ত টুলপোষ্ট থাকে



১২ নং চিত্র—কন্ট্রোল লেদ

বাহ্যার নিয়ন্ত্রণ লিড-স্ক্রুর সহিত এরূপভাবে যুক্ত থাকে যে একটি হ্যাণ্ডলের দ্বারা স্লাইডটিকে সম্মুখের দিকে আনিলে স্লাইডটি লম্বালম্বি দিকে চলিতে আরম্ভ করে। এই প্রকারের লেদে সাধারণতঃ ব্যাকগিয়ার থাকে না এবং ইহাকে খুব

জোরে ঘোরান যায়। এইপ্রকার লেদে পিতলের কাজ খুব ভাল হয় এবং 'চেজার' (Chaser) দ্বারা খুব শীঘ্র খেঁড় কাটা যায়।

খেঁড় কাটিবার ব্যবস্থাহীন প্লেন ইঞ্জিন লেদকেই ভারী কাজের (heavy duty) উপযুক্ত করিয়া নির্মাণ করিয়া **ফোর্জ লেদ** তৈয়ারি করা হয়। বড় বড় পেটাই (Forging) বস্তুকে রাফ ফিনিস করিতে এই প্রকারের লেদ ব্যবহার হয়। ইহার নির্মাতারা দাবি করেন যে বড় বড় পেটাই বস্তুকে পেটাইয়া মাপে আনিতে যে সময় লাগিবে ফোর্জিং লেদে তাহা অপেক্ষা অনেক কম সময়ে বস্তুটিকে মাপে আনা যায়।

'রাফিং লেদ' (Roughing Lathe) নাম হইতেই বুঝা যায় এইপ্রকার লেদ বস্তুকে দ্রুত মোটামুটি (Rough) মাপে আনিতে ব্যবহৃত হয়। স্বতরাং ইহা খুব ভারী ও মজবুত করিয়া নির্মাণ করা হয় এবং ইহাকে চালাইবার জন্য খুব শক্তিশালী যান্ত্রিক ব্যবস্থা থাকে। ইহার সহিত ফোর্জ লেদের তফাৎ এই যে, ফোর্জ লেদ কেবলমাত্র ফোর্জিং করা বস্তুকেই কাটিবার জন্য নির্মিত হওয়ায় ইহাতে বস্তুকে কেবলমাত্র আলে আলে ধরিবার ব্যবস্থা থাকে। কিন্তু রাফিং লেদে রড কাটিবার জন্য স্পিণ্ডলের মধ্যে গর্ত থাকায় এবং চাকে আলে বা আলে আলে কাজ করিবার ব্যবস্থা থাকায় ইহাতে নানা প্রকারের কাজ করা যায়। আবার রাফিং লেদ ও র‍্যাপিড রিডাক্সন লেদ—এ তফাৎ এই যে প্রথমটায় কেবলমাত্র দ্রুত মোটামুটি মাপে আনা যায় কিন্তু পরেরটায় কেবলমাত্র দ্রুত মোটামুটি মাপে আনা ছাড়াও, ইহাতে ইচ্ছা করিলে ফিনিস মাপ বা যাহার পর গ্রাইন্ডিং ফিনিস মাপ আনা যাইবে এরূপ মাপে আনা যায়।

পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদ—এই শ্রেণীর লেদে ব্যাকগিয়ার করিবার, খেঁড় কাটিবার, স্বয়ংক্রিয়ভাবে বাটালি চালাইবার প্রভৃতি সমস্ত ব্যবস্থা থাকে।

পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদ—ইহা সাধারণ সকল কাজের উপযোগী এবং খেঁড় কাটিবার ব্যবস্থায়ুক্ত ইঞ্জিন লেদ। সাধারণতঃ ইহা একটু বড় মাপের হয়। ইহার বেড ৪ ফুট হইতে ১৬ ফুট পর্যন্ত লম্বা এবং সুইং (Swing) ৭ ইঞ্চি হইতে ৫০ ইঞ্চি পর্যন্ত হয়।

বেড লেদ—এই প্রকার ইঞ্জিন লেদ সাধারণতঃ ৬ ফুট পর্যন্ত বেড ও ১২ ইঞ্চি পর্যন্ত সুইং (Swing) বিশিষ্ট হয়। এই প্রকার লেদ সাধারণতঃ

বেঞ্চের উপর বসান থাকে এবং ছোট ছোট এবং সূক্ষ্ম কাজের উপযোগী করিয়া নির্মিত হয়।

টুলরুম লেদ—ইহা ঠিক পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদের জায় দেখিতে, তবে ইহা বিশেষভাবে সূক্ষ্ম কাজের উপযোগী করিয়া নির্মিত। এই প্রকার মেশিনে সাধারণ পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদ অপেক্ষা অনেক বেশি সংখ্যক স্পীড ও কৌড় দিবার ব্যবস্থা থাকে ও মেশিনের সঙ্গে অনেক বেশী রকমের অ্যাটাচমেন্ট থাকে। ইহা টুলরুমের কাজের পক্ষে বিশেষ উপযোগী বলিয়া ইহার এইরূপ নামকরণ হইয়াছে।

প্রিসিসন লেদ—একটি পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদ। ইহার বিশেষত্ব এই যে ইহাতে খুব সূক্ষ্ম কাজ করা যায়। ইহাতে টুলরুম লেদ অপেক্ষাও সূক্ষ্ম মাপ লইবার ব্যবস্থা থাকে এবং ইহার প্রতিটি অংশ (Parts) বিশেষ যত্ন সহকারে খুব নিখুঁত করিয়া নির্মিত হয়।

র‍্যাপিড রিডাক্‌শন লেদও একটি পূর্ণাঙ্গ ইঞ্জিন লেদ। ইহার ব্যবহার পূর্বেই বলা হইয়াছে।

কোন বিশেষ প্রকারের কাজ করিবার উদ্দেশ্যে যে লেদ নির্মিত হয় তাহাকে **স্পেশাল লেদ** বলে। সুতরাং চতুর্থ শ্রেণীর অন্তর্গত স্পেশাল লেদ অসংখ্য প্রকারের হইতে পারে। এখানে কেবলমাত্র কয়েকটি চালু স্পেশাল লেদের নাম উল্লেখ করা হইয়াছে।

পুলি লেদে পুলি টাণিং করা হয়। **সাক্‌টিং লেদে** সাক্‌ট টাণিং করা হয়। কোন কোন লেদ বিশেষ কাজের জন্য একাধিক স্পিণ্ডলযুক্ত হয়, তাহাকে মাণ্ডিপ্ল স্পিণ্ডলযুক্ত লেদ বলে।

স্পেশাল টাইপ লেদের মধ্যে **টারেট লেদ**ই অত্যন্তম। ইহাতে একাধিক বাটালি একসঙ্গে বাধিবার ব্যবস্থা থাকায় ইহা দ্রুত উৎপাদনের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। টারেট লেদের অধুনা এরূপ উন্নতি হইয়াছে এবং ইহার প্রচলন এরূপ বাড়িয়া গিয়াছে যে ইহাকে আর স্পেশাল লেদ বলা চলে না। আজকাল **টারেট বা ক্যাপস্‌টান্স লেদ**ই একটি নিজস্ব শ্রেণীর উৎপত্তি করিয়াছে।

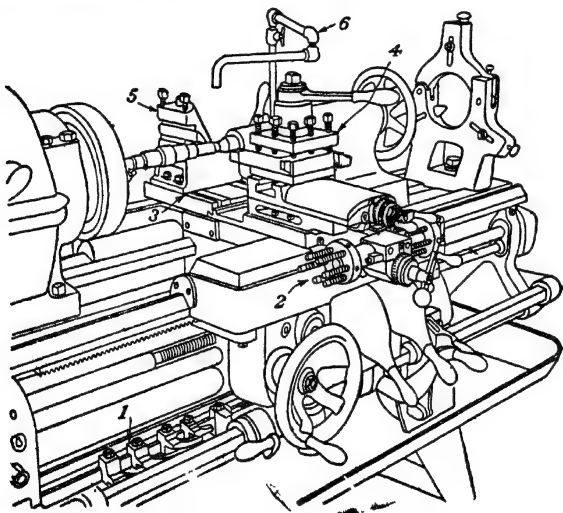
কোন্ সমস্ত ইঞ্জিন লেদ অপেক্ষা বেঞ্চ লেদ ব্যবহার করা সুবিধাজনক ?

বেঞ্চ লেদ বিশেষভাবে ছোট ছোট হালকা কাজের উপযোগী করিয়া নির্মিত হওয়ায় বেঞ্চ লেদে সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি তৈয়ারি করা ইঞ্জিন লেদ অপেক্ষা

সুবিধাজনক। ইহা ইঞ্জিন লেদের গ্রায় দেখিতে হইলেও ইহার টুলপোষ্ট একরূপভাবে নির্মিত যে বাটালি খুব তাড়াতাড়ি বদল করা যায়। ফলে যে সকল কার্বে বারবার বাটালি বদল করিতে হয়, সেই সকল কার্বে পক্ষেও ইহা ইঞ্জিন লেদ অপেক্ষা ফলপ্রসূ। ইহার নানাপ্রকার অ্যাটাচমেন্ট থাকায় একদিকে যেমন গ্রাইণ্ডিং, মিলিং প্রভৃতি নানাপ্রকার কাজ করা যায়, অপরপক্ষে দ্রুত উৎপাদনও করা যায়।

ইঞ্জিন লেদ ও প্রডাক্সন লেদের মধ্যে তফাৎ—

প্রডাক্সন লেদ মূলতঃ ইঞ্জিন লেদ, তবে প্রডাক্সন অর্থাৎ উৎপাদনের সুবিধার্থে ইহাতে অতিরিক্ত কয়েকটি ব্যবস্থা ও অ্যাটাচমেন্ট থাকে। ইহাদের মধ্যে মাল্টিপল লেংথ ষ্টপ (Multiple Length Stop), মাল্টিপল ডায়ামেটার ষ্টপ (Multiple Diameter Stops), রীয়ার টুলপোষ্ট (Rear Tool Post), ফোর-ওয়ে টুল ব্লক (Four Way Tool Blocks) অন্তর্গত।



১. মাল্টিপল লেংথ ষ্টপ ২. মাল্টিপল ডায়ামেটার ষ্টপ ৩. রীয়ার টুল রেট
৪. ফোর-ওয়ে টুল ব্লক ৫. রীয়ার টুলপোষ্ট ৬. ক্ল্যাম্পিং পাইণ

১৩ নং চিত্র—প্রডাক্সন লেদ

১. মাল্টিপল লেংথ ষ্টপ—অর্থাৎ একাধিক লম্বালম্বি দৌড় রোধক। ইহা দ্বারা কার্যেজের লম্বালম্বি দৌড় সীমিত জায়গায় আপনা হইতে থামান

যায়। একটি বস্তু কাটিয়া একবার এই ষ্টপগুলিকে সেট করিয়া লইলে, বারবার আর মাপ লইতে হয় না। নির্দিষ্ট দূরত্বে ক্যারেজ আপনা হইতেই থামিয়া যায়।

২. **মাণ্ডিপ্ল ডায়ামেটার ষ্টপ**—অর্থাৎ একাধিক আড়াআড়ি দৌড়। রোধক। ইহা দ্বারা ক্যারেজের আড়াআড়ি দৌড় নির্দিষ্ট জায়গায় আপনা হইতে থামান যায়। ফলে, প্রতিবার কোপ দিয়া জবের ব্যাসের মাপ লইবার প্রয়োজন হয় না।

৩. **রীয়ার টুল পোষ্ট**—অর্থাৎ পশ্চাদিকের টুল পোষ্ট। ইহা ক্রশ স্লাইডের পশ্চাদিকে অবস্থিত এবং ক্রশ ফিড স্কুর সাহায্যে ইহাকে ভিতর দিকে বা বাহিরের দিকে চালনা করা যায়। ইহার ফলে মেসিনে একসঙ্গে অতিরিক্ত টুল (Tools) বাধিতে পারা যাওয়ায় কাজের অনেক সুবিধা হয়।

৪. **কোর-ওয়ে টুল ব্লক**—অর্থাৎ একসঙ্গে চারিদিকে চারিটি টুল বাধিবার ব্যবস্থায়ুক্ত টুলপোষ্ট। এই টুলপোষ্টে একসঙ্গে চারিটি টুল বাধা যায় এবং টুলপোষ্টটি ঘোরাইয়া চারিটি বিভিন্ন অবস্থানে বাধা যায়। ফলে, যেখানে একটি কাজ করিতে বিভিন্ন টুলের প্রয়োজন হয়, সেই সকল ক্ষেত্রে এই টুলপোষ্ট থাকিলে অনেক সময় বাঁচে।

লেদ মেসিনের পরিচয়—লেদ মেসিনের স্পষ্টভাবে পরিচয় দিতে হইলে লেদ মেসিনটি পূর্ব বর্ণিত কোন্ শ্রেণীর অন্তর্গত এবং উহার মাপ (তৃতীয় অধ্যায় দ্রষ্টব্য) বলা ছাড়াও সময় সময় উহার বিশেষ গঠন বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ করিতে হয়। যেমন, লেদটির হেডষ্টক বা গজেন ষ্টেপ কোণ পুলি টাইপ না অলগিয়ার টাইপ, লেদটি হলো স্পিণ্ডল না সলিড স্পিণ্ডল বিশিষ্ট এবং লেদটিতে একাধিক ব্যাকগিয়ার, গ্যাপবেড, কুইক-চেঞ্জ গিয়ার বস্তু প্রভৃতি কি কি বিশেষ ব্যবস্থা আছে উহার উল্লেখ করিতে হয়। উদাহরণ স্বরূপ, ইঞ্জিন লেদে সাধারণতঃ সিঙ্গেল ব্যাক গিয়ারের ব্যবস্থা থাকে। উহার উল্লেখ না করিলেও চলিবে। কিন্তু ইঞ্জিন লেদটিতে যদি ডবল বা ট্রিপল ব্যাক গিয়ার থাকে, হেডষ্টক ষ্টেপ কোণ পুলি টাইপ ও হেডষ্টক স্পিণ্ডল হলো অর্থাৎ ফাঁপা হয়, তাহা হইলে বলিতে হইবে ষ্টেপ কোণ পুলি টাইপ হলোস্পিণ্ডল ডবল বা ট্রিপল ব্যাকগিয়ার বিশিষ্ট লেদ (Step Cone Pulley Type Hollow Spindle Double or Triple Back geared Lathe)।

তৃতীয় অধ্যায়

ইঞ্জিন লেদের প্রধান প্রধান অংশ ও তাহাদের যান্ত্রিক ব্যবস্থা

(Main Parts & Mechanism of Complete
Engine Lathe)

সেন্টার বা ইঞ্জিন লেদ বলিবার কারণ

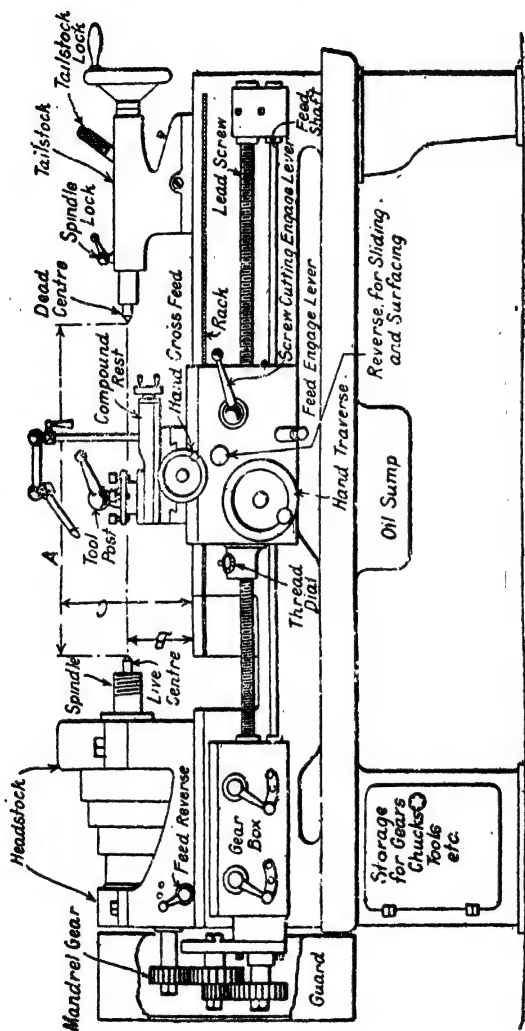
পূর্ণাঙ্গ সেন্টার লেদ সম্বন্ধে কিছু বলিবার পূর্বে প্রথমতঃ জানা প্রয়োজন ইহাকে সেন্টার বা ইঞ্জিন লেদ বলা হয় কেন? ইহাতে সেন্টারে সেন্টারে অর্থাৎ আলে আলে বস্তু কাটা যায় বলিয়া যে ইহাকে সেন্টার লেদ বলা হয় তাহা সহজে বুঝিতে পারা যায়। কিন্তু ইহাকে যে ইঞ্জিন লেদ কেন বলা হয় তাহা বুঝিতে একটু কষ্ট হয়। ইঞ্জিনিয়ারিং শাস্ত্রের শৈশব অবস্থায় ইঞ্জিন শব্দটি বর্তমানের অর্থে ব্যবহৃত হইত না। তখনকার বহু পুস্তকে ইঞ্জিন শব্দটিকে মেশিন অর্থে ব্যবহার করিতে দেখা যায়। তাহা হইতে মনে হয় লেদ মেশিন বুঝাইতেই ইঞ্জিন লেদ নামকরণ করা হইয়াছে। আবার কেহ কেহ মনে করেন পূর্বে যখন ইলেকট্রিক মোটর আবিষ্কৃত হয় নাই, তখন ষ্টীম ইঞ্জিনের সাহায্যে লেদ মেশিন চালনা করা হইত বলিয়া ইহাকে ইঞ্জিন লেদ বলা হয়।

লেদের প্রধান প্রধান অংশ :—

1. বেড :—(১৫নং চিত্র) লেদ মেশিনের বেড মেশিনের পায়ার উপর প্রয়োজন মত উচ্চতায় থাকিয়া মেশিনের প্রধান কাঠামো তৈয়ারি করে।

ইহার বাম প্রান্তে হেডষ্টক স্থায়ীভাবে বসান থাকে এবং ইহার উপর পৃষ্ঠে ডু-পৃষ্ঠের সমান্তরাল সমতলে পরস্পর সমান্তরাল দুইটি পথ (ways) এক্রপভাবে থাকে যাহাতে ক্যারিজ এবং টেলষ্টক ইহার উপর দিয়া হেডষ্টক স্পিণ্ডলের অক্ষের সমান্তরালভাবে যাতায়াত করিতে পারে।

2. হেডষ্টক :—(১৪নং চিত্র) ইহা লেদের সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয় অঙ্গ এবং লেদবেডের বামপ্রান্তে স্থায়ীভাবে অবস্থিত থাকে। হেডষ্টক স্পিণ্ডল ও তাহাকে ঘোরাইবার যান্ত্রিক ব্যবস্থা ইহার মধ্যে থাকে।



১৪নং চিত্র—কৌশল পুনি টাইপ মোদেল

৪. **টেলষ্টক** :—(১৪নং চিত্র) ইহা হেডষ্টকের পরিপূরক। মাল ধরিবার ডান দিকের আল বা ডেড সেন্টার ইহাতে থাকে। মালের দৈর্ঘ্য অনুযায়ী ইহা বেডের উপর সরাইয়া বিভিন্ন দূরত্বে বাধা যায়।

৫. **ক্যারেজ** :—ইহা বেডের উপর অবস্থিত। ইহার প্রধান কাজ হইতেছে বাটালি ধরা ও তাহাকে চালনা করা। ইহাকে হাতে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে হেডষ্টক ও টেলষ্টকের মধ্যবর্তী বেডের উপর যাতায়াত করান যায়। স্ট্রাডল, অ্যাপ্রণ, লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি দৌড়ের যান্ত্রিক ব্যবস্থা, কম্পাউণ্ড রেষ্ট প্রভৃতিকে মিলাইয়া ক্যারেজ বলা হয়।

৬. **কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স**—খুঁড় বা প্যাচ কাটার অধ্যায়ে উল্লিখ্য।

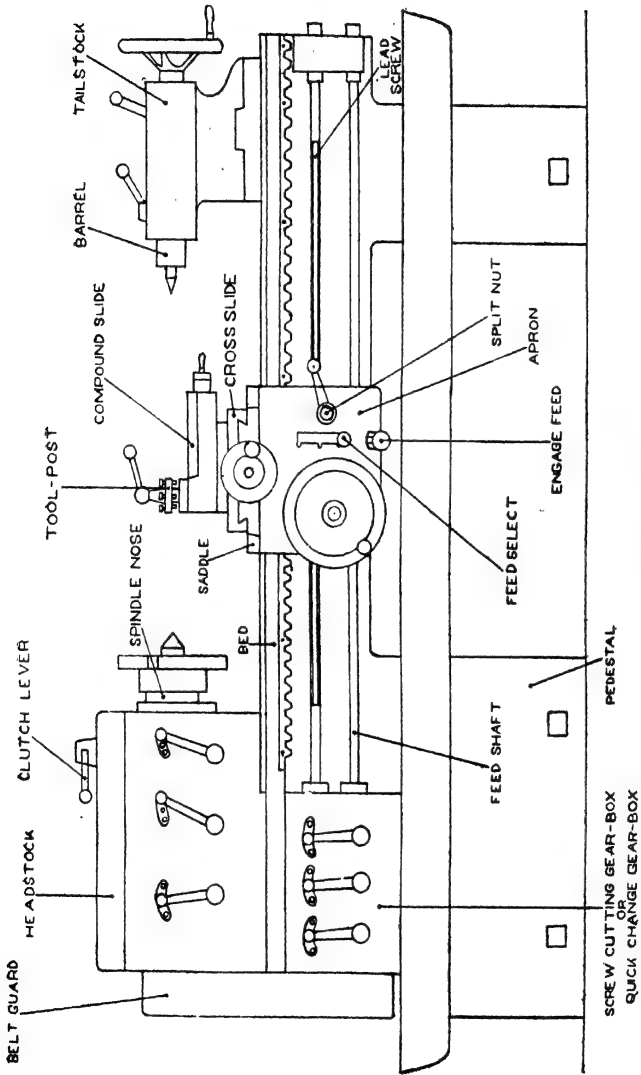
বেড (Bed)

বেডের নিখুঁতত্ব ও স্থায়ীত্ব কিসের উপর নির্ভরশীল ?

মেশিনের বেড কতটা মজবুত ও দৃঢ়, বিশেষ করিয়া মোচড় সহ করিবার ক্ষমতা কতখানি, তাহার উপর লেদের নিখুঁতত্ব নির্ভর করে; আর বিয়ারিং সারফেসের (Bearing Surface) মাপ, স্ট্রাডল ও বেডের উপর ক্যারেজ এবং টেলষ্টক যাতায়াতের জন্য যে পথ কাটা থাকে তাহার আকৃতির উপর লেদের আয়ু নির্ভর করে। লেদ বেডের পথ (Slides) ও স্ট্রাডল পরস্পর পরস্পরকে যত বেশী জায়গায় স্পর্শ করিবে ক্ষয় তত কম হইবে।

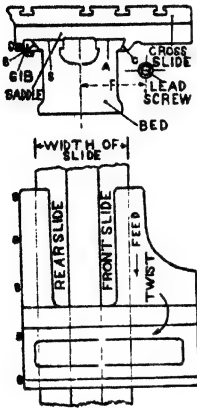
লেদ বেডের আকৃতি নিরূপণের সময় কি কি বিষয় লক্ষ্য রাখা উচিত ?

লেদের বেডের আকৃতি এরূপ করিতে হইবে যে ধাতু কাটিবার সময় বেডের উপর যে চাপ ও মোচড় পড়িবে তাহা যেন বেডের সহ করিবার ক্ষমতা থাকে অর্থাৎ ইহার ফলে বেড যেন বিকৃত না হয়।



১৫ নং চিত্র—অলসিয়ার টাইপ হেডস্টক।

লেদের বেড যাহাতে মোচড়াইয়া বা ঝাঁকিয়া না যায়, তজ্জন্ত অনেক লেদ মেশিন নির্মাতা লেদের বেড ভারী অর্থাৎ বেশী কাষ্ট আয়রণ দিয়া পুরু করিয়া ঢালাই করেন। কিন্তু ইহা ভাল নয়। কারণ, লেদের বেড যত ভারী করিয়াই ঢালাই করা যাক না কেন, উহা অসমতল জায়গায় বসাইলে মোচড়াইয়া যাইবে। সুতরাং লেদের বেড অকারণে ভারী না করিয়া লেদ মেশিন সমতল জায়গায় দৃঢ়ভাবে বসাইলে লেদের বেড সহজে মোচড়াইবে বা ঝাঁকিবে না।



B & C ARE GUIDING SURFACES

১৬নং চিত্র—ডাভ টেল

টাইপ ক্ল্যাট বেড

কারেজ ও টেলষ্টক যাতায়াতের দরুন বেডেরা যে ক্ষয় হয়, তাহা আজকাল পূর্বের তায় মারাত্মক বলিয়া মনে করা হয় না। কেবল মাত্র লক্ষ্য রাখিতে হইবে এই ক্ষয় যেন সমভাবে হয় এবং মেশিনের নিখুঁতত নষ্ট না করে। ক্ষয় দরুন যে টিলা হয় তাহা দূর করিবার ব্যবস্থা স্কাড্লে থাকিবে।

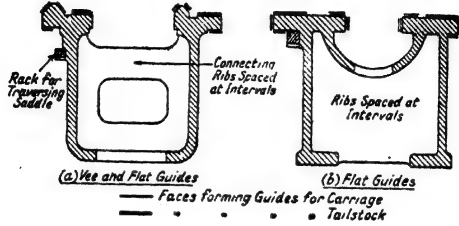
বেডের আকৃতি কিরূপ হয়? কোন আকৃতির কি কি সুবিধা অসুবিধা?

বিভিন্ন নির্মাতা মেশিন বেডের উপরিভাগ বিভিন্ন আকৃতিতে নির্মাণ করিয়া থাকেন। ইহাদের মধ্যে অধিক প্রচলিত কয়েক প্রকার বেডের আকৃতি সহজে এখানে আলোচনা করা হইবে।

ফ্ল্যাট বেড (Flat Bed)—ফ্ল্যাট অর্থাৎ সমতল মাথাবিশিষ্ট বেড, বেডের অন্ততম প্রাচীন আকৃতি। ইহা নির্মাণ করা সোজা বলিয়া ইংরাজগণ এই প্রকার আকৃতি পছন্দ করেন, কিন্তু আমেরিকায় ইহা কখনই জনপ্রিয় হয় নাই।

সর্বাপেক্ষা প্রচলিত ফ্ল্যাট বেড হইতেছে “ডাভ টেল” (Dovetail) (১৬নং চিত্র) অর্থাৎ সমতল মাথা ও হেলান (Angular) পার্শ্ববিশিষ্ট ফ্ল্যাট বেড। ক্রশ ও কম্পাউন্ড গ্লাইডের যাতায়াতের জন্য এই প্রকার পথ (Ways) পৃথিবীর সর্বত্র প্রচলিত। কারেজের ভার বেডের সমতল মাথা বহন করে আর বেডের দুই পার্শ্ব হেলান থাকায় স্কাড্লে উপর দিকে উঠিয়া যাইতে,

আড়াআড়ি সরিয়া যাইতে বা অল্পভূমিক (Horizontal) তলে ঘুরিয়া যাইতে পারে না।



১৭ নং চিত্র

কোন কোন নির্মাতা সমতল মাথা ও খাড়াই পার্শ্ববিশিষ্ট ফ্ল্যাট বেড [১৭ নং চিত্রের (b)] নির্মাণ করেন। ইহা নির্মাণ করা সর্বাপেক্ষা সোজা। এই প্রকার ফ্ল্যাট বেডে শ্রাডল যাহাতে উপরদিকে উঠিয়া যাইতে না পারে তজ্জন্য ক্যারেজের গায়ে ১৯ নং চিত্রের জায় কীপ প্লেট (keep plate) নামে পরিচিত পাটি একরূপভাবে আঁটা থাকে যে শ্রাডলটির উপরদিকে উঠিয়া যাইবার প্রবণতা দেখা দিলে কীপ প্লেটটি স্লাইডিং সারফেসের তলার দিকে ঠেকিয়া যায়। ফলে, শ্রাডলটি উঠিয়া যাইতে পারে না। খাড়াই পার্শ্বের জন্ত শ্রাডলটি অল্পভূমিক তলে ঘুরিয়া যাইতে বা আড়াআড়ি দিকে সরিয়া যাইতে পারে না।

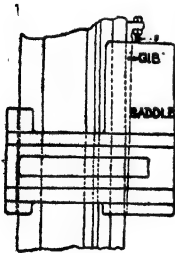
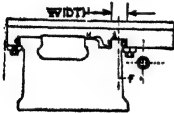
ব্যবহারের ফলে স্লাইডিং বা গাইডিং কেন্সের ক্ষয় হওয়ার দরুন শ্রাডল টিলা হইয়া যাইলে তাহা ঠিক করিবার জন্ত শ্রাডল এবং বেডের মাঝে ১৮ নং চিত্রের জায় টেপার বা ১৬ নং চিত্রের জায় সমান্তরাল জিব (Gib) থাকে। সমান্তরাল জিব অনেকগুলি জুঁ দ্বারা আড়জাষ্ট করিতে হয় বলিয়া ইহা ঠিকমত আড়জাষ্ট করা শক্ত। টেপার জিব একটিমাত্র জুঁ দ্বারা আড়জাষ্ট করা যায় বলিয়া টেপার জিব আড়জাষ্ট করা অনেক সোজা।

সাধারণ অভিজ্ঞতা হইতে আমরা জানি অপেক্ষাকৃত ছোট ব্যাণের রডের উপর একটি লম্বা স্নড যত সহজে এবিক ওদিক সরান যাইবে একটি কম লম্বা রিংকে তত সহজে সরান যাইবে না। অবশ্য ঠিক অক্ষ বরাবর ঠেলিলে রিংটি সহজে যাতায়াত করিত, কিন্তু সাধারণতঃ অক্ষ হইতে, দূরে রিংটি ঠেলা হয় বলিয়া রিংটি হেলিয়া গিয়া একটি কাপ্পল (Couple)-এর উৎপত্তি করে এবং তাহা রিংটিকে মোচড়াইয়া (Twist) দিবার চেষ্টা করে। ফলে, রিংটি

রডটির গায়ে ঘষড়াইতে থাকে। এই মোচড়াইবার শক্তি যত বেশী জায়গায় ছড়াইয়া পড়িবে তত ঘর্ষণ (Friction) কম হইবে।

উপরিউক্ত আলোচনা হইতে ইহা পরিষ্কারভাবে বুঝিতে পারা যায় যে, একটি বস্তু অপর বস্তুর উপর কতটা সহজে যাতায়াত করিবে তাহা নির্ভর করে (১) যাতায়াতকারী বস্তুটি, যাহার উপর যাতায়াত করিতেছে অর্থাৎ স্লাইডিং সারফেসের (Sliding Surface) কতগুণ লম্বা এবং (২) বস্তুটিকে অক্ষের কত কাছাকাছি ঠেলা হইতেছে অর্থাৎ মোচড়াইবার ক্ষমতা (Twisting Couple) কত কম। ইহাকে ইংরাজীতে ছারো গাইড প্রিন্সিপল (Narrow Guide Principle) অর্থাৎ “সংকীর্ণ পরিচালন নীতি” বলে। সুতরাং লেদ কারেজের ক্ষেত্রে কারেজটি গাইডিং সারফেসের (Guiding Surface) তুলনায় যতটা সম্ভব বেশী লম্বা হওয়া উচিত এবং কারেজকে চালাইবার লিড স্ক্রুটির তদূর সম্ভব গাইডিং সারফেসের অক্ষের নীচে ও গাইডিং সারফেসের কাছাকাছি করিতে হইবে।

১৬ নং চিত্র লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে গাইডিং সারফেসের অক্ষ ও লিড স্ক্রু অক্ষের মধ্যে দূরত্ব (F) বড় বেশী এবং স্কেলের দৈর্ঘ্য গাইডিং



১৮ নং চিত্র

কারেজের দৈর্ঘ্য গাইডিং সারফেসের প্রস্থের তুলনায় অনেক গুণ বেশী করা হইয়াছে এবং গাইডিং সারফেসের অক্ষেরখণ্ড সহিত লিড স্ক্রু অক্ষেরখণ্ড দূরত্ব এবং ফলে মোচড় (Twisting Force) কমান হইয়াছে। কিন্তু এই

সারফেসের প্রস্থের (Width) মোট ১ বা ১½ গুণ। গাইডিং সারফেসের অক্ষ হইতে লিড স্ক্রু দূরে হওয়ায় ধাতু কাটিবার সময় ১৬ নং চিত্রের ছায় স্কেলের ঘুরিয়া যাইবার প্রবণতা দেখা যায়। ফলে স্কেলের কোণাকুনি দুই বিপরীত দিক বেডকে চাপিয়া ধরে। স্কেলের দৈর্ঘ্য অপেক্ষাকৃত কম হওয়ায় বেড ও স্কেলের মধ্যে অত্যধিক ঘর্ষণ (Friction) হয় এবং গাইড, লিড স্ক্রু, নাট, অত্যধিক কইয়া যায়।

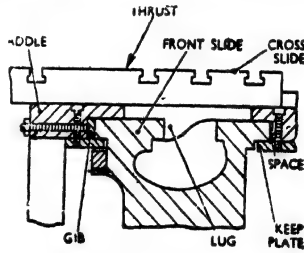
পূর্বোক্ত ত্রুটি সকল আংশিক সংশোধিত করিয়া পরে ১৮ নং চিত্রের ছায় বেডের আকৃতি করা হয়। গাইডিং সারফেস C ও D-কে কাছাকাছি করিয়া

প্রকার আকৃতির একটি প্রধান অঙ্গবিধা হইতেছে যে স্লট ও এর মধ্যে নোংরা জমে এবং ইহা পরিষ্কার ও তৈলাক্ত রাখা চুকর।

এই অঙ্গবিধা দূর করিবার জন্য ১৯নং চিত্রের শ্রায় আর একপ্রকার বেড ডিজাইন করা হইয়াছে। এই প্রকার বেডে কেবলমাত্র সম্মুখের স্লাইডটি গাইডের কাজ করে। শ্রাড্‌লের নীচের দিকে কাষ্টিং (ঢালাই) থানিকটা উদগত অর্থাৎ বাহির হইয়া থাকে। ইংরাজীতে ইহাকে লাগ (Lug) বলে।

লাগ সম্মুখের স্লাইডের পিছন দিকে ঠেকিয়া থাকে। স্লাইডের সম্মুখের দিকে অ্যাডজাষ্টেবল জিব (Gib) থাকে। জুঁ দ্বারা জিবটি নিয়মিত (Adjust) করিয়া শ্রাড্‌লের আঁট (Tightness) নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

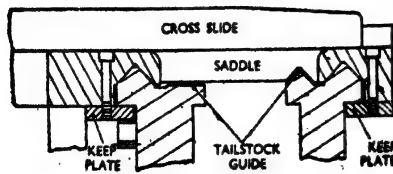
১৯ নং চিত্রে লক্ষ্য করিবার যে সম্মুখের স্লাইডটি পশ্চাদিকের স্লাইড অপেক্ষা অধিক চওড়া। ধাতু কাটিবার সময় বেডে যে চাপ (Thrust) পড়ে তাহা ১৯নং চিত্রে যেদিকে দেখান হইয়াছে মোটামুটি সেইদিকে পড়ে। এই চাপ গ্রহণ করিবার জন্য সম্মুখের স্লাইড অধিকতর চওড়া হইয়াছে।



১৯ নং চিত্র

তারো গাইড প্রিন্সিপ্লকে ঠিকভাবে কার্যকরী করিবার জন্য কেবলমাত্র সম্মুখের স্লাইডটি গাইড হিসাবে ব্যবহার করা হয় এবং পশ্চাতের স্লাইডটির পশ্চাতের খাড়াই দিক ও শ্রাড্‌লের পশ্চাতের খাড়াই দিক যাহাতে পরস্পরকে স্পর্শ না করে সেই বিষয়ে নিশ্চিত হইবার জন্য উভয়ের মধ্যে ফাঁক রাখা হয়।

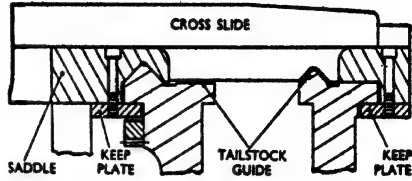
ইনভার্টেড ভি-বেড (Inverted V-Beds) অর্থাৎ উল্টা ভি (Δ) আকৃতি বেড। ইহাকে প্রিজ্‌ম্যাটিক (Prismatic) অর্থাৎ ত্রিশিরা আকৃতি



২০ নং চিত্র

বিশিষ্ট বেডও বলা যায়। আ মেরিকান গণ এই প্রকার বেডের বিশেষ পক্ষপাতী। ২০নং চিত্রেও ২১নং চিত্রে এই প্রকার বেডের দুই রকম গঠন

দেখান হইয়াছে। ২০ নং চিত্রে সম্মুখের এবং সর্বাঙ্গিক পশ্চাতের ভি-স্লাইড দুইটি স্লাইডের গাইডের কাজ করে এবং এই দুই গাইডের মধ্যবর্তী একটি ভি এবং একটি স্ল্যাট সারফেস টেলষ্টক ও হেডষ্টকের গাইডের



২১ নং চিত্র

কাজ করে। স্লাইডের জন্য এক গাইড এবং হেডষ্টক ও টেলষ্টকের জন্য আলাদা গাইড থাকার ফলে স্লাইডটি উহাদের পাশ দিয়া চলিয়া যাইতে পারে। ফলে, গাইডের প্রস্থের তুলনায় স্লাইড অনেক বেশী লম্বা করা সম্ভব হয়। ২১ নং চিত্রে কেবলমাত্র সম্মুখের ভি-স্লাইডটি স্লাইডের গাইডের কাজ করে এবং সর্বাঙ্গিক পশ্চাতের স্লাইডের খাড়াই পার্শ্ব ও স্লাইডের পশ্চাতের খাড়াই পার্শ্ব পরস্পরকে যাহাতে স্পর্শ না করে সেইজন্য উভয়ের মধ্যে খানিকটা ফাঁক রাখা হয়; তবে পূর্বোক্ত উভয় ক্ষেত্রেই স্লাইডটি যাহাতে উপর দিকে উঠিয়া না যায় তজ্জন্য কীপ প্লেটের (Keep Plate) ব্যবস্থা থাকে।

এই প্রকার বেড তৈয়ারি করিতে খরচ অনেক বেশী পড়িলেও ইহার অনেকগুলি সুবিধা আছে। ব্যবহারের ফলে ইহা সমানভাবে ক্ষয় হয় বলিয়া ক্ষয় হওয়ার দরুন বিশেষ ক্ষতি হয় না। স্লাইডটি নিজস্ব ওজনে সকল সময় গাইডিং সারফেসের উপর চাপিয়া বসিয়া থাকায় ইহা আড়াআড়ি দিকে ঢিলা হয় না। ক্ষয়ের দরুন স্লাইডটি কেবলমাত্র একটু নীচে নামিয়া যায় বলিয়া মাঝে মাঝে কীপ প্লেটটি অ্যাড্জাস্ট করিতে হয়। এই প্রকার বেডের আর একটি সুবিধা গাইডের গা ঢালু হওয়ার জন্য এবং স্লাইডটি ইহার উপর চাপিয়া বসিয়া থাকায়, ইহাতে নোংরা একদম জমিতে পারে না। অপরপক্ষে স্ল্যাট বেডে ভীষণ নোংরা জমে এবং উহা পরিষ্কার রাখা খুব শক্ত। স্লাইডের আগে আগে ফেল্টের (জমাট পশমী কাপড়) তৈয়ারী ওয়াইপার (Felt Wiper) অর্থাৎ মুছবার জিনিস ব্যবহার করা হয়। ফলে, নোংরা হুন্স কণাও স্লাইড ও বেডের মধ্যে ঢুকিতে পারে না। ওয়াইপার (Wiper) ভেলে ভিজিয়া দাইলে চিন্তার কারণ নাই; কারণ, উহাতে উপকারই হয়। বেডটি সকল সময় তৈলাক্ত থাকে।

গ্যাপ বেড কাহাকে বলে ? ইহা থাকার সুবিধা এবং অসুবিধা কি ?

যে বেডে হেডষ্টকের সম্মুখে কতকটা অংশ ফাঁকা থাকে, যাহাতে বেডের উপর যত ব্যাসের বস্তু ঘোরান যায় তাহা অপেক্ষা অধিক ব্যাসের বস্তু যেসিনে ঘোরান যায়, তাহাকে গ্যাপ বেড (Gap Bed) বলে। গ্যাপ বেডবিশিষ্ট লেদকে গ্যাপ লেদ বলে।

গ্যাপ বেডের অংশটুকু ফাঁকা থাকিলে হেডষ্টকের কাছ পর্যন্ত টাণিং করিবার সময় শ্রাড্‌লটির অনেকটা অংশ ঝুলিতে থাকে। ইহা শ্রাড্‌ল এবং বেড উভয়ের পক্ষেই ক্ষতিকর। ফাঁকা অংশটুকু যদি সরান যায় একপ ছোট বেডের অংশ দ্বারা ভরান থাকে, তাহা হইলে হেডষ্টকের কাছ পর্যন্ত টাণিং করিতে হইলে শ্রাড্‌লের থানিকটা অংশ ঝোলে না বটে, কিন্তু ইহার অসুবিধা হইতেছে যে বেডের এই অংশটুকু একবার সরাইবার পর পুনরায় ফিট করিলে পূর্বের ত্রায় আর নিখুঁত হয় না। এইজন্য গ্যাপ বেড ইংরাজগণ পছন্দ করিলেও আমেরিকানগণ ইহা কোনদিন পছন্দ করেন না।

পূর্বোক্ত দোষসকল যাহাতে না থাকে এবং গ্যাপবেডের সুবিধা ভোগ করা যায় এই উদ্দেশ্যে বর্তমানে এক প্রকারের মেসিন তৈয়ারি করা হয়। এই প্রকার মেসিন হেডষ্টক ছাড়া সম্পূর্ণ লেদ বেডটি একটি দ্বিতীয় গাইডের উপর বসান থাকে এবং প্রয়োজন বোধে সম্পূর্ণ বেডটি তলার স্লাইডের উপর আগান বা পিছান যায়।

লেদ বেড কি খাতুর তৈয়ারী ?

লেদ বেড গ্রে-কাষ্ট আয়রণের তৈয়ারী হইয়া থাকে। মাঝে কাষ্ট আয়রণের বেডের উপর হার্ডেনিং (Hardening) করা ষ্টীলের স্লাইড আটিয়া বেডের ক্ষয় কমাইবার চেষ্টা হইয়াছিল, কিন্তু উহা জনপ্রিয়তা অর্জন করিতে পারে নাই; লেদ মেসিন নির্মাণকাণ্ড-আয়রণের ক্ষয় রোধক ক্ষমতা বাড়াইয়া বেডের আয়ু বাড়াইবার চেষ্টা সকল সময় করিয়া আসিতেছেন। ঢালাইয়ের সময় বেডের স্লাইডিং সারফেসের (Sliding Surface) অংশটুকু চিলিং (Chilling) পদ্ধতি দ্বারা (দ্রুত ঠাণ্ডা করিয়া) অত্যন্ত শক্ত করিয়া বেডের ক্ষয় কমাইবার একটি পদ্ধতি প্রচলিত আছে। লেদ বেডের গাইডিং সারফেস শক্ত করিবার বর্তমানে সর্বাপেক্ষা প্রচলিত পদ্ধতি হইতেছে ফ্লেম হার্ডেনিং (Flame Hardening)। এই পদ্ধতি খুবই ফলপ্রসূ; কোন কোন মেসিন নির্মাতা দাবি করেন যে তাঁদের কাষ্ট

আয়রণ বেডের স্কেম হার্ডনিং করা অংশের টুকরা এত শক্ত যে তাহা ধাতু কাটিবার বাটালি হিসাবে ব্যবহৃত হইয়াছে।

লেদ বেড কিরূপে ফিনিস হয় ?

অধিকাংশ লেদ মেসিনের বেডের মাপ ও আকৃতি প্লেনিং মেসিনে করা হয়, তবে ছোট ছোট বেঞ্চ লেদের বেড সময় সময় একসঙ্গে মিলিং মেসিনে চাপাইয়া কাটা হয়। এই প্লেনিং বা মিলিং করার পর বেড ব্যবহারের উপযুক্ত হয় না। ইহাকে আরো সূক্ষ্মভাবে ফিনিস (Finish) করিতে হয়।

এক সময় একমাত্র হাতে স্ক্রাপিং (Scraping) করিয়াই লেদ বেড ফিনিস করা হইত। এই প্রকার ফিনিস অত্যন্ত খরচ ও সময় সাপেক্ষ ও ইহা করিতে অত্যন্ত দক্ষ কারিগরের প্রয়োজন। এখনও অনেক ব্যবহারকারী এই প্রকার ফিনিসই সর্বাপেক্ষা পছন্দ করেন। তাহার কারণ, স্ক্রাপিং ফিনিসে যে বিশেষ এক প্রকারের দাগ হয় তাহা আসলে ছোট ছোট টোলের (Depression) দাগ। তাঁহারা মনে করেন এই টোলে লুব্রিকেটিং অয়েল (Lubricating Oil) আটকাইয়া থাকে; ফলে স্কাডল এবং বেডের মধ্যে শুষ্ক ধাতুতে ধাতুতে ঘর্ষণ হয় না। কিন্তু এই প্রকার ফিনিস করিতে যে তুলনায় খরচ পড়ে সেই তুলনায় এই প্রকার ফিনিসের স্বপক্ষে পূর্বোক্ত যে যুক্তি দেখান হয় তাহা টেকে না। একদম নতুন মেসিন মাত্র ছয় মাস ব্যবহার করিলেই স্ক্রাপিং-এর দাগ সম্পূর্ণ উঠিয়া যায়। ইহা ছাড়া অনেক মেসিন নির্মাতা মেসিনের দাম বেশী লইবার জন্য স্ক্রাপিং-এর দাগ লেদ বেডে করেন। সকল সময় মনে রাখা দরকার সস্তা দামের মেসিনে কখনই হাতে স্ক্রাপিং হইতে পারে না। এই প্রকার ফিনিসের সর্বাপেক্ষা অসুবিধা এই যে, হাতে কাটিতে হয় বলিয়া বেড খুব শক্ত করা যায় না। ফলে, ক্ষয় শীঘ্র হয়।

বর্তমানে গ্রাইণ্ডিং করিয়া লেদ বেড ফিনিস করা হয়। ইহার একটি প্রধান সুবিধা এই যে, গ্রাইণ্ডিং হইলে ফিনিস হয় বলিয়া লেদ বেড অনেক বেশী শক্ত (Hardened) করিতে পারা যায়।

লেদ বেড নির্বাচন

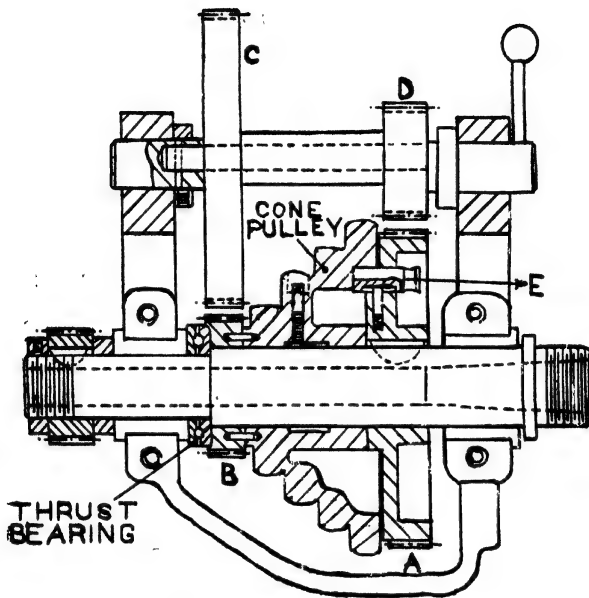
লেদ বেড নির্বাচন ব্যয় করিবার ক্ষমতার উপর বহুলাংশে নির্ভরশীল। কিনিবার ক্ষমতা থাকিলে ডি-টাইপ বেড বিশিষ্ট লেদ নিঃসন্দেহে ভাল। কিন্তু এই প্রকার লেদ কিনিবার সময় আর একটি বিষয় খেয়াল রাখা দরকার,

ব্যবহারের ফলে মেশিনটির ক্ষয় হইলে, যে শপের (shop) জন্ম মেশিনটি কেনা হইতেছে সেই শপের তাহা মেরামত (Repair) করিবার মত মেশিনারী এবং দক্ষ লোক আছে কিনা। সাধারণ ছোট কারখানার পক্ষে ফ্ল্যাট বেড লেদই অধিক সুবিধাজনক। কারণ, ইহার বেডের ক্ষয় হইলে গ্রাইন্ডিং মেশিনে বা হাতে ক্র্যাপিং করিয়া ইহাকে মেরামত করা ভি-বেড অপেক্ষা অনেক সোজা। ইহা ছাড়া আর একটি কারণ হইতেছে ইংলিশ কাষ্ট আয়রণ ইউরোপের অগ্রান্ত দেশ বা আমেরিকার কাষ্ট আয়রণ অপেক্ষা অনেক বেশী শক্ত। ফলে, ফ্ল্যাট বেডবিশিষ্ট ইংলিশ লেদ বিনা মেরামতে অগ্রান্ত দেশের লেদ অপেক্ষা অনেক বেশী দিন চলে, যাহা ছোট ছোট কারখানার পক্ষে একান্ত প্রয়োজন।

হেডষ্টক (Headstock)

হেডষ্টক কাষ্ট আয়রণের তৈয়ারী হয় ও স্পিন্ডলটি ধরিবার জন্ম ইহার দুইদিকে দুইটি বিয়ারিং থাকে। যে লেদের স্পিন্ডল নিরেট অর্থাৎ ফাঁপা নয় তাহাকে সলিড স্পিন্ডল লেদ (Solid Spindle Lathe) বলে। যে মেশিনে স্পিন্ডলটির মধ্যে বরাবর গর্ত থাকে, যাহাতে প্রয়োজন হইলে ইহার মধ্য দিয়া রড প্রবেশ করান যায়, তাহাকে হলো স্পিন্ডল লেদ (Hollow Spindle Lathe) বলে। এই গর্তের সম্মুখের দিকটা টেপার (Taper) থাকে। এই টেপারে এডাপটার (Adapter) লাগান হয় এবং এডাপটারের টেপারে লাইভ সেন্টার (Live Center) আটকান হয়। হেডষ্টক স্পিন্ডলের মুখের দিকে চাক আটকাইবার জন্ম থ্রেড কাটা থাকে। হেডষ্টক সাধারণতঃ দুই প্রকারের হইয়া থাকে—১. কোণ পুলি টাইপ (Cone Pulley Type) ও ২. অলগিয়ার হেড টাইপ (All Gear Head Type)

কোণ পুলি টাইপ হেডষ্টকের গঠনপ্রণালী:—হেডষ্টকের দুই পার্শ্বের দুই বিয়ারিং স্পেশাল অ্যালয় স্টীল (Special Alloy Steel) নির্মিত হেডষ্টক স্পিন্ডলটি ধরিয়া রাখে। কোণ পুলির সহিত পিছনের গিয়ার (Rear Gear) B (২২ নং চিত্র) স্থায়ীভাবে আঁটা থাকে এবং ইহারা কোনরূপভাবে স্পিন্ডলের সহিত আঁটা না থাকায় স্পিন্ডলের উপর আলগাভাবে ঘুরিতে পারে। বুলগিয়ার (Bull Gear) বা ফেস গিয়ার (Face Gear) A



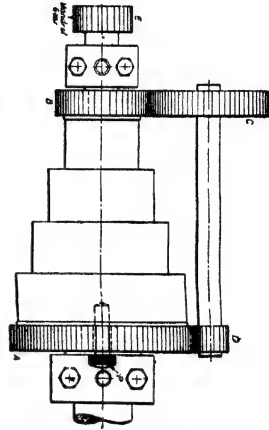
২২ নং চিত্র—ট্রেপকোণ পুলি টাইপ হেডষ্টক

স্পিণ্ডলের সহিত চাবির দ্বারা আটকান থাকে, ফলে বুলগিয়ার ঘুরিলে হেডষ্টক স্পিণ্ডলও ঘোরে। বুলগিয়ারের (Bull Gear) সহিত এমনিতে কোণ পুলির কোন যোগ নাই কিন্তু প্লানজার পিন (Plunger Pin) বা লক পিন (Lock Pin) E দ্বারা প্রয়োজন হইলে উভয়কে যুক্ত করা যায় যাহাতে ইহাদের একটি ঘুরিলে অপরটি ঘোরে। ব্যাকগিয়ার (Back Gear) C এবং D একটি বিকেন্দ্রিক (Eccentric) বিয়ারিং (Bearing) বিশিষ্ট সাকটের উপর কুয়িলে* (Quill) অবস্থিত থাকে। ব্যাকগিয়ারের হাণ্ডলটি আংগাইয়া বা পিছাইয়া ইহাদিগকে ফ্রন্ট গিয়ার A এবং B-এর সহিত যুক্ত বা বিচ্ছিন্ন করিতে পারা যায়।

হেডষ্টকের ট্রেপকোণ পুলি হইতেছে চালিত (Driven) পুলি আর কাউন্টার সাকটের ট্রেপকোণ পুলি হইতেছে চালক (Driver) পুলি। একটি

* কুয়িল (Quill)—ইহা একটি কাঁপ স্লিভ (Sleeve) যাহা সাকটের উপর ঘোরে এবং বাহ্যর উপর পুলি, নিরার, ক্লাচ (Clutch) প্রভৃতি বসান থাকে।

বেণ্টের দ্বারা উভয়কে যুক্ত করিয়া কাউন্টার সাক্ট পুলির গতি হেডষ্টক স্টেপকোণ পুলিতে (Step Cone Pulley) চালনা করা হয়। ব্যাক গিয়ারকে ফ্রন্ট গিয়ার A এবং B হইতে আলাদা করিয়া রাখিয়া এবং বুলগিয়ার A-কে প্লানজার পিন (Plunger pin) E দ্বারা কোণ পুলির সহিত যুক্ত করিয়া যদি হেডষ্টক কোণ পুলিকে ঘোরান যায় তাহা হইলে বুলগিয়ার ঘুরিবে। এইভাবে ব্যাক গিয়ার ব্যতিরেকে বুলগিয়ারকে কোণ পুলির সহিত প্লানজার পিন দ্বারা আঁটিয়া শিঙলকে যে সোজাসুজি ঘোরান হয় তাহাকে সোজাসুজি বা ডিরেক্ট (Direct) স্পীড (Speed) অথবা ব্যাক গিয়ার ছাড়া (Back Gear out) বলে। চার ধাপ বিশিষ্ট হেডষ্টক কোণ পুলির এক একটি ধাপের সহিত উহার



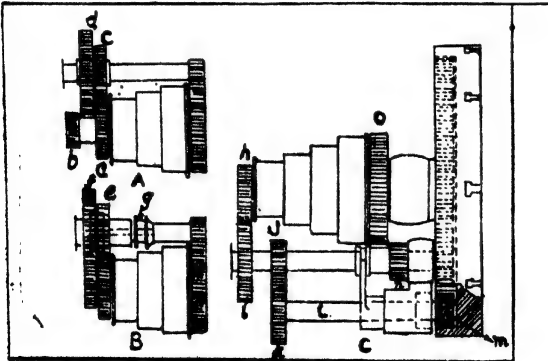
২৩ নং চিত্র

সোজাসুজি কাউন্টার সাক্ট পুলির এক একটি ধাপ বেণ্ট দ্বারা যুক্ত করিয়া আমরা চারিটি ডিরেক্ট স্পীড পাইতে পারি। আবার প্লানজার পিন E-কে তুলিয়া লইয়া বুল হইলকে কোণ পুলি হইতে আলাদা করিয়া লইয়া ব্যাক গিয়ারের মাধ্যমে শিঙলকে ঘোরান যায়। এই প্রকারে যে গতি পাওয়া যায় তাহাকে পরোক্ষ বা ইন্ডিরেক্ট স্পীড (Indirect Speed) অথবা ব্যাক গিয়ার লাগান (Back Gear in) বলে। এইভাবেও পূর্বের জায় পুলির বিভিন্ন ধাপে বেণ্ট দিয়া চারিটি পরোক্ষ গতি (Indirect Speed) পাওয়া যায়। এইভাবে চারিটি ধাপ বিশিষ্ট কোণ পুলি হইতে মোট আটটি গতি পাওয়া যায়। ব্যাক গিয়ার মাধ্যমে যখন শিঙল ঘোরান হয় তখন কোণ পুলি, গিয়ার B-কে ঘোরায় (গিয়ার B কোণ পুলির সহিত স্থায়ীভাবে আঁটা থাকায়)। গিয়ার B গিয়ার C-কে ঘোরায়। গিয়ার C এবং D একই কুইলে (Quill) অবস্থিত হওয়ায় গিয়ার D-ও ঘোরে। গিয়ার D বুলগিয়ার A-এর সহিত যুক্ত থাকায় বুলগিয়ার ঘোরে। আবার বুলগিয়ার চাবি দ্বারা শিঙলের সহিত যুক্ত থাকায় শিঙলটি ঘোরে। এইভাবে ব্যাকগিয়ারের মাধ্যমে শিঙলকে ঘোরান হয়।

B এবং D আর A এবং C সমান সংখ্যক দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার। আবার B এবং D গিয়ার হইতে A এবং C গিয়ার বড়। মনে করা যাক, B এবং D 40 দাঁতবিশিষ্ট ও A এবং C 100 দাঁতবিশিষ্ট। সুতরাং B যদি 25 পাক ঘোরে C 10 পাক ঘুরিবে। C 10 পাক ঘুরিলে D-ও 10 পাক ঘুরিবে। D 10 পাক ঘুরিলে A 4 পাক ঘুরিবে। গিয়ার A চাবি দ্বারা স্পিণ্ডলের সহিত যুক্ত থাকায় স্পিণ্ডলও 4 পাক ঘুরিবে। সুতরাং দেখা যাইতেছে ব্যাকগিয়ার মাধ্যমে স্পিণ্ডল ঘোরান হইলে কোণ পুলি বা গিয়ার B 25 পাক ঘুরিলে গিয়ার A অর্থাৎ স্পিণ্ডল 4 পাক ঘুরিবে। এইভাবে ব্যাক গিয়ারের মাধ্যমে মেনিন স্পীড কমান হইয়া থাকে।

ডবল ব্যাকগিয়ার এবং ট্রিপ্ল ব্যাক-গিয়ার ব্যবহারের কারণ কি এবং উহা কিরূপে কাজ করে?

ডবল বা ট্রিপ্ল ব্যাক গিয়ার (Double or Triple Back Gear) ব্যবহারের কারণ প্রধানতঃ দুইটি। প্রথমতঃ ইহা স্পীডের সংখ্যা বাড়ানর উদ্দেশ্যে করা হয়। যেমন, তিন ধাপবিশিষ্ট কোণ পুলি থাকিলে সাধারণ ব্যাক-গিয়ার ব্যবস্থায় ছয়টি স্পীড পাওয়া যায়। কিন্তু ডবল ব্যাক-গিয়ার



২৪ নং চিত্র

থাকিলে নয়টি স্পীড পাওয়া যাইবে। ইহার দ্বিতীয় উদ্দেশ্য হইতেছে স্পীডের সংখ্যা না কমাইয়া মেনিনের ক্ষমতা বৃদ্ধি করা। ব্যাক-গিয়ার না দিয়া মেনিনের ক্ষমতা বৃদ্ধি করিতে গেলে ষ্টেপ কোণ পুলির ধাপগুলি চওড়া করিতে হইবে ও বেল্ট চওড়া লাগাইতে হইবে। নির্দিষ্ট মাপের

হেডষ্টকে ষ্টেপ কোণ পুলির ধাপ চওড়া করিতে হইলে কোণ পুলির ধাপ কমাতে হইবে, কাজেই স্পীডের সংখ্যা কমিয়া যাইবে। (২৪ নং চিত্র)

ডবল ব্যাক গিয়ার দুইপ্রকারের হয়। একটিতে স্লাইডিং গিয়ার (Sliding Gear) ব্যবস্থা থাকে অপরটিতে ফ্রিক্সন ক্লাচের (Friction Clutch) ব্যবস্থা থাকে। এই দুই টাইপে কোণ পুলির ঝাঁদিকে দুইটি গিয়ার থাকে এবং ব্যাক-গিয়ার সাক্টকে দুইটি বিভিন্ন গতিতে ঘোরাইবার ব্যবস্থা থাকে।

২৪ নং চিত্রের A-তে স্লাইডিং গিয়ার টাইপ ডবল ব্যাক গিয়ার দেখান হইয়াছে। ষ্টেপ কোণ পুলির পিছনে a এবং b দুইটি গিয়ার ষ্টেপ কোণ পুলির সহিত আটকান আছে। ফলে, কোণ পুলি ঘুরিলে a এবং b ঘোরে। d ও c ব্যাক-গিয়ার সাক্টের উপর অবস্থিত স্লাইডিং গিয়ার। a-এর সহিত c-কে যুক্ত করিয়া ব্যাক-গিয়ার সাক্টের একটি গতি পাওয়া যায় এবং c-এর সহিত d-কে যুক্ত করিয়া ব্যাক-গিয়ার সাক্টের আর একটি গতি পাওয়া যায়।

B-তে ফ্রিক্সন ক্লাচ* টাইপ ডবল ব্যাক-গিয়ার দেখান হইয়াছে। একটি লিভার দ্বারা কলার (Collar) g-কে সরাইলে, g-এর অর্থাৎ লিভারের অবস্থান অল্পধায়ী উহা ব্যাক-গিয়ার সাক্টকে ক্লাচ দ্বারা গিয়ার f অথবা গিয়ার e-এর সহিত যুক্ত করে। এইরূপে ব্যাক-গিয়ার সাক্টকে দুইটি বিভিন্ন গতিতে ঘোরান হয়।

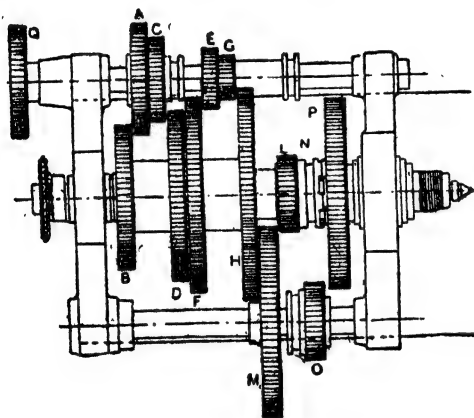
যে হেডষ্টকে দুইটি ব্যাক-গিয়ার সাক্ট থাকে এবং ব্যাক-গিয়ারের একটি পিনিয়ন সোজাহুজি ফেস প্লেটের ইন্টারনাল গিয়ারের সহিত যুক্ত থাকে, তাহাকে ট্রিপ্ল ব্যাক গিয়ারবিশিষ্ট হেডষ্টক বলে। ট্রিপ্ল ব্যাক-গিয়ারবিশিষ্ট হেডষ্টক বহু রকমের হয় এবং এই প্রকার ব্যবস্থায় স্পীড যে সকল সময় তিনগুণ হইবে তাহাও নয়। C-তে ট্রিপ্ল ব্যাক গিয়ারের একটি চালু ব্যবস্থা দেখান হইয়াছে।

গিয়ার h ও i-এর মাধ্যমে প্রচলিত ব্যাক গিয়ার সাক্টটি ঘোরে এবং গিয়ার j ও k-র সাহায্যে সাক্ট L ঘোরে। সাক্ট L-এর এক প্রান্তে অবস্থিত পিনিয়ন m ফেস প্লেটের অভ্যন্তরস্থ গিয়ারের সহিত যুক্ত থাকে। পিনিয়ন

* ফ্রিক্সন ক্লাচ (Friction Clutch)—সিম্পল ফ্রিক্সন ক্লাচে একটির ঘোচাকৃতি (Cone) টেপার অংশ অপরটির কাপ আকৃতির টেপার অংশে ফিট করে। কলে পরস্পরকে চাপিয়া ধরিলে একটি ঘুরিলে অপরটি ঘোরে।

m-কে কেস প্রেটের অভ্যন্তরস্থ গিয়ার হইতে আলাদা করিবার জন্য একটি লিভারের সাহায্যে সাফ্ট L-কে পাশের দিকে সরান হয়। ফলে, পিনিয়ন m কেস প্রেটের অভ্যন্তরস্থ গিয়ার হইতে এবং গিয়ার k পিনিয়ন j হইতে ছাড়িয়া যায়; কিন্তু সাফ্ট L-কে পাশের দিকে সরাইলে পিনিয়ন n গিয়ার o-এর সহিত যুক্ত হয় এবং তখন হেডষ্টকটি সাধারণ ব্যাক-গিয়ারবিশিষ্ট হেডষ্টকের স্থায় ঘুরিতে থাকে। ট্রিপ্ল ব্যাকগিয়ারবিশিষ্ট হেডষ্টকে প্রচলিত ব্যাক-গিয়ারের স্থায় যে সাফ্টটি থাকে তাহা প্রচলিত পন্থায় বিকেন্দ্রিকভাবে বুনে অবস্থিত থাকে।

অলগিয়ার হেড (All Gear Head):—অল গিয়ার হেড সাধারণতঃ চারি প্রকারের হইয়া থাকে। যথা—1. স্লাইডিং কি (Sliding Key) 2. ক্লাচড গিয়ার (Clutched Gear) 3. স্লাইডিং গিয়ার 4. কম্বিনেশন (Combination)—উপরিউক্ত তিনপ্রকার পদ্ধতির একত্রযোগে।

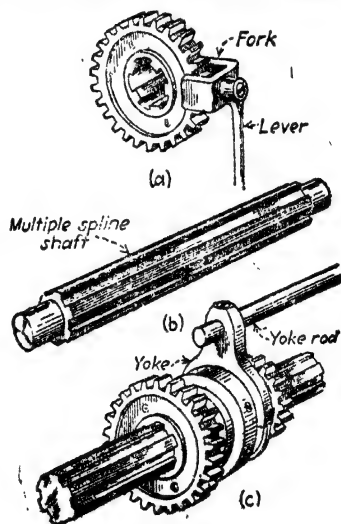


২৫ নং চিত্র—অল গিয়ার হেড টাইপ হেডষ্টক

উপরিউক্ত চারি প্রকারের গিয়ার হেডের মধ্যে স্লাইডিং গিয়ার টাইপ হেডষ্টকে অধিক সংখ্যক স্পীড পাওয়া যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে ইহা নির্ভরযোগ্য ও সরল হাওয়ায় ইকিন লেদে এই প্রকারের গিয়ার হেডের প্রচলন সর্বাপেক্ষা বেশী। সেইজন্য এইখানে কেবলমাত্র স্লাইডিং গিয়ার টাইপ হেডষ্টক বর্ণনা করা হইয়াছে।

২৬ নং চিত্রে স্লাইডিং গিয়ার টাইপ হেডষ্টক দেখান হইয়াছে। ইহাতে

২৬ (b) চিত্রের দ্বারা দেখিতে একটি মাল্টিপ্ল-স্পিন্ড সাক্টে A-C এবং E-G দুইজোড়া গিয়ার বসান। পূর্বে মাল্টিপ্ল-স্পিন্ড সাক্টের দ্বারা একাধিক চাবির ঘাটের (Key-way) পরিবর্তে গিয়ারগুলি এক চাবির ঘাটবিশিষ্ট সাক্টে বসান থাকিত। কিন্তু আধুনিক যন্ত্রে গিয়ার মাধ্যমে অনেক ক্ষমিক শক্তি (Power) চালান (Transmit) দিতে হয় বলিয়া গিয়ারগুলিকে একাধিক চাবির ঘাটবিশিষ্ট সাক্ট (Multiple-splined Shaft) দ্বারা বোরান হয় এবং গিয়ারগুলি হিটট্রিটমেন্ট করা অ্যালয় স্টিলের (Heat treated alloy steel) তৈয়ারী হয়। A-C এবং E-G এই দুইজোড়া গিয়ারকে ২৬ (a) চিত্রের দ্বারা ফর্ক (Fork) এবং লিভার (Lever) সাহায্যে বা ২৬ (c) চিত্রের দ্বারা ইয়ক (Yoke) এবং ইয়ক রডের (Yoke-Rod) সাহায্যে সরাইয়া A গিয়ারকে B গিয়ারের সহিত বা C গিয়ারকে D গিয়ারের সহিত বা E গিয়ারকে F গিয়ারের সহিত বা G গিয়ারকে H গিয়ারের সহিত লাগান যায়। A-C গিয়ার জোড়াকে সরাইবার জন্য একটি লিভার ও E-G গিয়ার জোড়াকে সরাইবার জন্য আর একটি লিভার হেডষ্টকের গায়ে সুবিধামত স্থানে থাকে। B, D, F, H এবং L গিয়ারগুলি হেডষ্টক স্পিণ্ডলে অবস্থিত একটি কুয়িলে (Quill) আঁটা থাকে। ফলে, ষ্টেপ কোণ পুলির দ্বারা ইহার স্পিণ্ডলের উপর আলগাভাবে ঘুরিতে পারে। গিয়ার P কোণ পুলি হেডের বুল-গিয়ারের দ্বারা স্পিণ্ডলের সহিত চাবি দ্বারা আটকান থাকে। গিয়ার M এবং O তৃতীয় একটি সাক্টে চাবির দ্বারা আটকান থাকে এবং ইহার ব্যাক-



২৬ নং চিত্র

গিয়ারের কাছ করে। স্পিণ্ডলটি ঘোরাবার জন্য গিয়ার Q-কে মোটরের

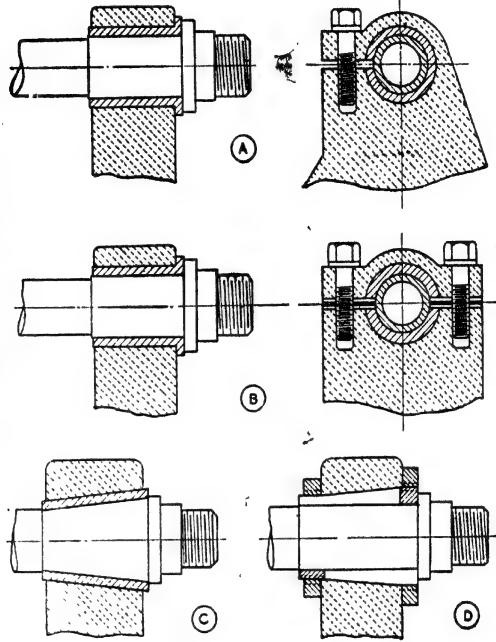
(Motor) আর্মেচার সাক্টে অবস্থিত পিনিয়নের সহিত যুক্ত করিয়া ঘোরান হয়। গিয়ার Q মাল্টিপ্ল-স্পিণ্ড সাক্টে অবস্থিত থাকায় মাল্টিপ্ল স্পিণ্ড সাক্ট ঘুরিতে আরম্ভ করে, ফলে A, C, E এবং G গিয়ারও ঘোরে। হেডষ্টকের বাহিরের দিকে অবস্থিত একটি লিভার দ্বারা G গিয়ারকে H গিয়ারের সহিত যুক্ত করিলে স্পিণ্ডলের উপর অবস্থিত কুয়িলটি সর্বাপেক্ষা আস্তে ঘুরিতে থাকে। কারণ ব্রাইডিং গিয়ার সকলের মধ্যে G সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র এবং কুয়িলে অবস্থিত গিয়ার সকলের মধ্যে H সর্ববৃহৎ। G এবং H-এর পরিবর্তে E এবং F-কে যুক্ত করিলে কুয়িলটি পূর্বাপেক্ষা জোরে ঘুরিতে থাকে। C এর সহিত D কে যুক্ত করিলে আরো জোরে ঘুরিবে। আর A-এর সহিত B-কে যুক্ত করিয়া কুয়িলটিকে ঘোরাইলে কুয়িলটি সর্বাপেক্ষা জোরে ঘুরিবে। কারণ, ব্রাইডিং গিয়ারগুলির মধ্যে A সর্বাপেক্ষা বৃহৎ ও কুয়িলে অবস্থিত গিয়ারগুলির মধ্যে B সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র। কুয়িলটি যখন ঘুরিতে থাকে তখন যদি ক্লাচ N দ্বারা কুয়িলটিকে গিয়ার P-এর সহিত যুক্ত করা যায় তাহা হইলে গিয়ার P স্পিণ্ডলের সহিত চাবি দ্বারা আঁটা থাকায় স্পিণ্ডল ঘুরিতে থাকে। এইভাবে ক্লাচ N দ্বারা কুয়িলকে গিয়ার P অর্থাৎ স্পিণ্ডলের সহিত যুক্ত করিয়া স্পিণ্ডলকে কুয়িলের পূর্বোক্ত চারিটি গতি দেওয়া যায়। আবার যদি কুয়িলকে ক্লাচ N দ্বারা সরাসরি গিয়ার P-এর সহিত যুক্ত না করিয়া গিয়ার L-কে গিয়ার M ও গিয়ার O-কে গিয়ার P এর সহিত যুক্ত করিয়া কোণ পুলি হেডের ব্যাক-গিয়ারের দ্বারা স্পিণ্ডলকে ঘোরান হয়, তাহা হইলে কুয়িল যে গতিতে ঘুরিবে স্পিণ্ডল তাহা অপেক্ষা অনেক কম গতিতে ঘুরিবে। এইভাবে কুয়িলের চারিটি গতি স্পিণ্ডলে সরাসরি না পাঠাইয়া M এবং O ব্যাক-গিয়ারদ্বয়ের মাধ্যমে পাঠাইয়া স্পিণ্ডলে আরো চারিটি গতি পাওয়া যায়। ফলে, স্পিণ্ডলের চারিটি সোজাস্বজি (Direct) ও চারিটি পরোক্ষ (Indirect) মোট আটটি গতি পাওয়া যায়।

হেডষ্টক বিয়ারিং (Headstock Bearing)

হেডষ্টক বিয়ারিং অসংখ্য প্রকারের নির্মিত হইয়া থাকে, তন্মধ্যে অধিক প্রচলিত কয়েকটি সম্বন্ধে নিম্নে আলোচনা করা হইল।

সাধারণতঃ অল্প মূল্যের লেদ মেশিন ২৭A নং চিত্রের দ্বারা বিয়ারিং দেখা যায়। একটি ক্রোজের বুলের একপার্শ্ব লম্বাদিকে বরাবর চোরা থাকে এবং বুলটি

(A) হাফ স্প্লিট
বিয়ারিং (B)
স্প্লিট প্যারা-
লাল বিয়ারিং
(C) কণিক্যাল
বিয়ারিং (D)
প্যাঁরালাল
বোর এক্সট্রা-
নাল কোণ
বিয়ারিং।



২৭ নং চিত্র

হেডটকে হাউসিং-এর গোলাকৃতি গর্তের মধ্যে বসান থাকে। হাউসিংটিরও একপার্শ্ব লম্বাঙ্গিকে বরাবর চেড়া থাকে। একটি স্ক্রু দ্বারা বিয়ারিং-এর আঁট নিয়ন্ত্রণ (Adjust) করা হয়। এই প্রকার বিয়ারিং হাফ স্প্লিট বিয়ারিং (Half Split Bearing) নামে পরিচিত। এই প্রকার বিয়ারিং খুব দীর্ঘস্থায়ী হয় এবং সন্তোষজনক কাজ দেয়, কিন্তু ইহার প্রধান দুইটি অসুবিধা হইতেছে যে, ক্ষয়ের দরুন মিল (Alignment) নষ্ট হইয়া বাইলে পুনরায় মিল করা খুব শক্ত। দ্বিতীয়তঃ খুব সাবধানে এই বিয়ারিং অ্যাডজাস্ট না করিলে স্ক্রু যে পার্শ্বে থাকে তাহার বিপরীত পার্শ্বে কাটল ধরে।

২৭B নং চিত্রের স্ক্রায় দেখিতে স্প্লিট প্যারালাল বিয়ারিং-এর (Split Parallel Bearing) হাউসিং ও বস উভয়ই অনুভূমিক সমতলে (Horizontal Plane) সম্পূর্ণ দুইটি আলাদা অংশে বিভক্ত। ক্যাপকে (Cap) অর্থাৎ হাউসিং-এর উপরের অংশকে সম্পূর্ণ আলাদা করিয়া ফেলা

যায়, আর নীচের অংশ হেডটকের বড়ির অংশ। হাউসিং ও বুসের দুই অর্ধাংশের মধ্যে দুই হাজার (০'০০২ ইঞ্চি) করিয়া পুরু কতকগুলি ব্রাসের পাত একত্রে আঁটিয়া দেওয়া হয়। বিয়ারিংটি দুইটি ক্রু দ্বারা অত্যন্ত জাঁট করা হয়।

বিয়ারিংটি ক্ষয় হইয়া যাইলে হাউসিং কোনরূপ মেশিন না করিয়াই বুসটি বদল করা চলে। এই প্রকার বুস বাজারে কিনিতে পাওয়া যায়। বুসের ভিতর দিকে ঘর্ষণ রোধক (Anti-Friction) একপ্রকার ধাতুর আন্তরণ থাকে এবং উহা অত্যন্ত মন্থণভাবে ফিনিস করা থাকে। ফলে, উহার মধ্যে যখন গ্রাইণ্ডিং মেশিনে অত্যন্ত মন্থণভাবে ফিনিস করা স্পিণ্ডলটি ঘোরে, তখন ঘর্ষণ-জনিত ক্ষয় খুবই কম হয় এবং বিয়ারিংটি বিশেষ উত্তম হয় না।

এই প্রকার বিয়ারিং-এর একটি সুবিধা হইতেছে যে ইহাতে অতি সহজে বিয়ারিং ও স্পিণ্ডলের মধ্যে 'রানিং ক্লিয়ারেন্স' কমান বাদান যায়। বোল্ট দুইটি আলগা করিলে ক্লিয়ারেন্স বাড়িবে ও ব্রাসের পাতের সমষ্টি (Packing Shim) হইতে এক একটি পাত ছাড়াইয়া ক্লিয়ারেন্স কমান হয়।

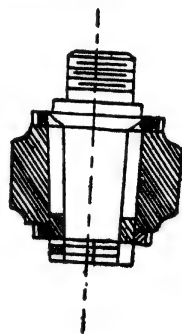
অত্যন্ত সূক্ষ্ম এবং অত্যন্ত দ্রুত ঘোরে এরূপ মেশিন ছাড়া অন্যান্য মেশিনে এই প্রকার বিয়ারিং অত্যন্ত সন্তোষজনক কাজ দেয়। কিন্তু ইহাতে তৈল (Lubricating Oil) দিবার ভাল ব্যবস্থা না থাকায় মেশিন দ্রুত ঘুরিলে বুসটি খুব উত্তপ্ত হইয়া উঠে। ফলে, বুসটি বড় হইয়া হাউসিং-এর গায়ে চাপিয়া যায়। তখন বোল্ট দু'টি আলগা করিয়া 'রানিং ক্লিয়ারেন্স' বাড়াইতে হয়। কিন্তু ঘণ্টা কয়েক চলিবার পর যখন হাউসিং উত্তপ্ত হইয়া বাড়িয়া যায়, তখন পুনরায় বোল্ট টাইট দিতে হয়। স্পিণ্ড প্লেন বিয়ারিং-এ ড্রিপ ফিড টাইপ (Drip Feed Type) তৈল দিবার ব্যবস্থা করা উচিত। এই ব্যবস্থায় একটি পাত্রে তৈল থাকে ও উহা বিয়ারিং-এ ফৌটা ফৌটা চোয়াইয়া পড়ে। স্পিণ্ডল গরম হইয়া যাইলে এই চোয়ানর হার বাড়াইয়া স্পিণ্ডলকে ঠাণ্ডা রাখা যায়।

২৭৮ নং চিত্রে প্রদর্শিত কমিক্যাল বিয়ারিং অর্থাৎ শঙ্খ বা মোচাকৃতি বিয়ারিং খুব সরল আকৃতিবিশিষ্ট, কিন্তু ইহাতে খুব উচ্চশ্রেণীর ধাতু ব্যবহার করা হয় বলিয়া এক ফিনিস খুব মন্থণ ও ফিটিং খুব ভাল করিতে হয় বলিয়া ইহাতে খরচ খুব বেশী পড়ে। তবে ইহা আন্তর্জনক সূক্ষ্ম কাজ দেয় এবং মোচাকৃতি বিয়ারিং-এর একটি সফল থাকে না।^১ এইজন্য এই প্রকার বিয়ারিং

চার ইঞ্চি পর্যন্ত সেন্টারের উচ্চতাবিশিষ্ট ইন্সট্রুমেন্ট (Instrument) ও খুব সূক্ষ্ম কাজের উপযুক্ত দামী মেসিনেই ব্যবহার করা হয়।

সাধারণতঃ এই প্রকার বিয়ারিং ব্যবস্থায় পিছনদিকের বিয়ারিং-এর টেম্পার সম্মুখ দিকের অর্থাৎ স্পিণ্ডল নোজের বিপরীত দিকে থাকে এবং একেবারে বামপ্রান্তে অবস্থিত একটি নাট দ্বারা ইহা অ্যাডজাস্ট করা হয়।

২৮ নং চিত্রে কনিক্যাল বিয়ারিং-এর উন্নতরূপ দেখান হইয়াছে। এই প্রকার বিয়ারিং-এর হাউসিং চেড়া থাকে না। বিয়ারিং ব্লস্টি ব্রোঞ্জের তৈয়ারী হয় এবং ইহার ভিতর দিক পূর্বের গ্রায় ঘর্ষণ রোধক ধাতুর দ্বারা তৈয়ারী থাকে। ব্লস্টি লম্বালম্বি দিকে সমান দূরে দূরে তিন বা চার জায়গায় চেড়া, যাহাতে ইহাকে চাপিয়া ছোট করা যায়। ব্লস্টির সম্মুখে ও পশ্চাতে থ্রেড কাটা থাকে ও উহাতে রিং নাট লাগান থাকে, যাহাতে বাঁ-দিকের নাটটি টাইট দিলে ব্লস্টি হাউসিং-এর কনিক্যাল গর্তের মধ্যে ঢুকিয়া আসে ও স্পিণ্ডলের উপর চাপিয়া বসে। ডানদিকের নাটটি ব্লস্টিকে ঈষ্পিত জায়গায় আটকাইয়া রাখিয়া লকনাটের কাজ করে।



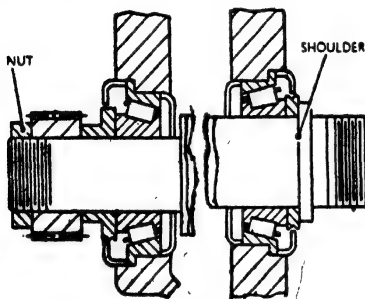
এখানে স্রবণ রাখা দরকার এক্ষেত্রে থ্রেডটি স্কোয়ার থ্রেডবিশিষ্ট হইতেই হইবে। তাহা না হইলে নাটটি টাইট দিলে উহা কেবল ব্লস্টিকে টানিবে না, উহা ব্লস্টিকে চাপিয়াও ধরিবে।

কনিক্যাল বিয়ারিং সকলের স্থবিধা এই যে নাটটি টাইট দেওয়ার ফলে ব্লস্টি স্পিণ্ডলের উপর প্রয়োজনমত চাপিয়া বসিলে স্পিণ্ডলটি একই সঙ্গে কেন্দ্রে স্থাপিত হয় ও লম্বালম্বিদিকে নড়িতে পারে না। ব্লস্টি লম্বাদিকে ৩ ডিগ্রী আন্দাজ টেম্পারবিশিষ্ট হয়, কিন্তু অক্ষ দ্বারাবর চাপ (Axial Thrust) সহ্য করিবার জন্য মুখের কাছে 45 ডিগ্রী টেম্পার থাকে।

২৭D নং চিত্রে প্রদর্শিত প্যারালেল বোর এক্সটার্নাল কন বোর বিয়ারিং (Parallel Bore External Cone Bearing) ঠিক শেখোক্ত বিয়ারিং-এর মত দেখিতে ও ঠিক একইভাবে কাজ করে। তবে, তন্মধ্যে এই যে শেখোক্ত বিয়ারিং-এর ব্লসের বাহির ও বোর উভয়েই টেম্পার থাকে কিন্তু এই প্রকার বিয়ারিং-এর ব্লসটির বাহিরে টেম্পার থাকে কিন্তু গর্ত সমান্তরাল হয়।

শেষের দুই প্রকার বিয়ারিং ভাল ধাতু দিয়া ভালভাবে নির্মিত হইলে খুব দীর্ঘস্থায়ী হয়।

বর্তমানে বাটালির ধাতুর আশ্চর্যকর উন্নতির ফলে অনেক বেশী স্পীডে ধাতু কাটা হয়। তাহা ছাড়া ব্রাস, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি নরম ধাতু কাটিতে বেশী স্পীডের প্রয়োজন হয়। সেইজন্য আধুনিক মেশিন সমূহে স্পীডুলকে বেশী স্পীডে ঘোরাইবার ব্যবস্থা থাকে। বেশী স্পীডে গ্লেন স্প্রীট টাইপ



২৯ নং চিত্র—টেপার রোলার বিয়ারিং

বিয়ারিং ভাল কাজ দেয় না। বল এবং রোলার টাইপ বিয়ারিং অল্প তৈলে স্পিডুলকে উত্তপ্ত হইতে দেয় না এবং দীর্ঘস্থায়ী হয়। ফলে আধুনিক মেশিনে বল এবং রোলার টাইপ বিয়ারিং-ই বেশী ব্যবহার করা হয়।

হেডষ্টক স্পিডুলকে

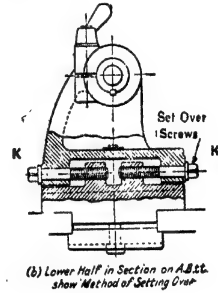
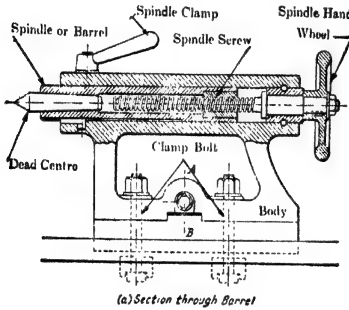
সাপোর্ট দিবার আদর্শ বিয়ারিং হইতেছে টেপার রোলার বিয়ারিং। বাটালি দ্বারা ধাতু কাটিবার সময় যে চাপ আসে তাহা স্পিডুলটিকে ঈ-দিকে ঠেলিয়া দিবার ও উপর দিকে উঠাইয়া দিবার চেষ্টা করে। স্পিডুলের উভয় প্রান্তেই টেপার রোলার বিয়ারিং থাকে। বিয়ারিং-এর বাহিরের রেস (Outer Race) হাউসিং-এর গায়ে পুশ ফিটভাবে (Push Fit) আটকান থাকে এবং ভিতরের রেস (Inner Race) স্পিডুলের গায়ে পুশ ফিটভাবে আঁটা থাকে। বাম প্রান্তের নাটটি টাইট দিলে ভিতরের রেস (Inner Race) শুধু স্পিডুলটিকে বিয়ারিং-এর মধ্য দিয়া টানিবে। ফলে, টেপার রোলার ও উভয় রেসের মধ্যস্থিত ফাঁক (Space) কমিয়া যাইবে।

টেলষ্টক (Tailstock)

ইহা হেডষ্টকের পরিপূরক। (৩০ নং চিত্র) মাল ধরিবার ডান দিকের আল বা ডেড সেন্টার ইহাতে থাকে। মালের দৈর্ঘ্য অনুযায়ী ইহা বেডের উপর সরাইয়া বিভিন্ন দূরত্বে বাঁধা যায়। টেলষ্টক বডি, টেলষ্টক স্পিডুল, স্পিডুল ক্ল, স্পিডুল ছইল, স্পিডুল ক্ল্যাম্প, ক্ল্যাম্প বোল্ট এবং টেলষ্টক সেন্টার বা

ডেড সেন্টার লইয়া টেলষ্টক গঠিত। টেলষ্টক স্পিণ্ডলের সম্মুখের দিকে টেপার বোর থাকে যাহাতে ডেড সেন্টার ইহার সহিত আটকান যায়। আলে আলে কোন বস্তু টাণিং করিতে বা বস্তুটিকে ডানদিকে ধরিতে ডেড সেন্টার ব্যবহৃত হয়। সাধারণ অবস্থায় টেলষ্টক সেন্টার ও হেডষ্টক সেন্টারের অক্ষরেখা একই সরলরেখায় অবস্থিত থাকে কিন্তু টেপার টাণিং-এর সময় টেলষ্টক সেন্টারকে যাহাতে এই সরল রেখার উভয় পার্শ্বে সরান যায় সেইজন্ম ইহার মধ্যে ব্যবস্থা থাকে। সেট ওভার স্ক্রু K-এর (Set over Screw) একটিকে আলগা করিয়া অপরটি টাইট দিয়া টেলষ্টক সেন্টার সরান হয়। যখন লেদে ড্রিল করিবার বা রিমার দিবার প্রয়োজন হয় তখন ডেড সেন্টারটি খুলিয়া ফেলিয়া ড্রিল বা রিমারটিকে টেলষ্টক স্পিণ্ডলের মধ্যে ধরা হয়।

সেন্টার (Centers) :—হেডষ্টক স্পিণ্ডলের সহিত যে সেন্টার লাগান হয় তাহাকে লাইভ সেন্টার (Live Center) অর্থাৎ ‘জীবন্ত’ সেন্টার বলা



৩০ নং চিত্র—টেলষ্টক

হয়। কারণ, ইহা ডেড সেন্টারের ত্রায় স্থির না থাকিয়া বস্তুর সহিত ঘুরিতে থাকে। টেলষ্টক স্পিণ্ডলে যে সেন্টার লাগান হয় তাহাকে ডেড সেন্টার (Dead Center) অর্থাৎ ‘মৃত’ সেন্টার বলা হয়। কারণ, ইহা সব সময় নিশ্চল হইয়া থাকে। ডেড সেন্টারটি টেলষ্টক স্পিণ্ডল হইতে খুলিবার প্রয়োজন হইলে টেলষ্টকের হাণ্ড হইলটি উন্টাদিকে ঘোরাইয়া টেলষ্টক স্পিণ্ডলটিকে ভিতরদিকে লইয়া যাইতে হইবে, যতক্ষণ না ডেড সেন্টারের পিছনদিক টেলষ্টক স্পিণ্ডল জুর মাথায় লাগিয়া খুলিয়া যায়।

উভয় লেদ সেন্টারই কার্বন ষ্টিলের হয় তবে ‘লাইভ সেন্টারকে হার্ডেনিং (Hardening) করিলেও চলে না করিলেও চলে, কিন্তু ডেড সেন্টারকে

হার্ভেনিং করিতেই হইবে, কারণ তাহা না হইলে ডেড সেন্টার মালের সহিত ঘর্ষণের ফলে শীঘ্রই নষ্ট হইয়া যাইবে। লাইভ সেন্টার মালের সাথে সাথে ঘোরে বলিয়া ইহার ঘর্ষণজনিত ক্ষয় হয় না বলিলেই চলে। মালের যে দিককার সেন্টার ড্রিল ডেড সেন্টারে লাগে তাহাতে আগে গ্রীজ (Grease) দিয়া তবে ডেড সেন্টার লাগাইতে হয়, তাহা না হইলে ডেড সেন্টার নষ্ট হইয়া যায়। সেন্টারখয়ের

সম্মুখের দিক 60° কোণে

গ্রাইণ্ডিং করা থাকে।

ভারী কাজের জন্য সময়

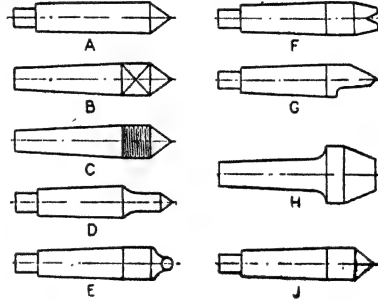
সময় 75° বা 90° কোণেও

গ্রাইণ্ডিং করা হয়।

সেন্টারের পশ্চাৎ দিকের

শ্রাব্য অংশে সাধারণতঃ

মোস' টেপার কাটা থাকে।



৩১ নং চিত্র—লেদ সেন্টার

ছোট লেদে সেন্টার সোজাহুজি হেডষ্টক বা টেলষ্টক স্পিণ্ডলের সেন্টারে ফিট হয় কিন্তু বড় লেদে ইহা একটি অ্যাডপ্টার বা স্লীভে ফিট হয়।

ক্যারেজ (Carriage)

ফিড শাক্ট (Feed Shaft) :—(১৫ নং চিত্র) ইহার সাহায্যে ক্যারেজকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালান হয়। ইহাকে ঘূর্ণমান লেদ স্পিণ্ডলের সহিত গিয়ার দ্বারা যুক্ত করিয়া ঘোরান হয়।

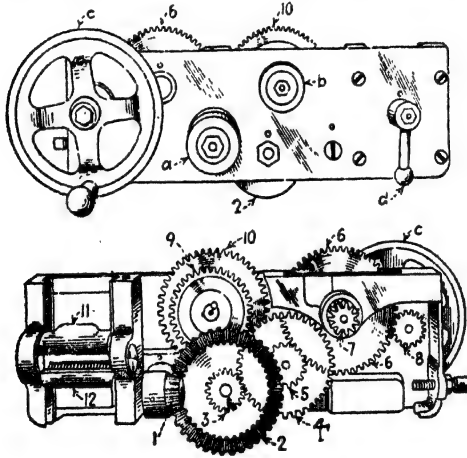
লিড স্ক্রু (Lead Screw) :—(১৫ নং চিত্র) লিড স্ক্রু বা গাইড স্ক্রু (Guide Screw) একমি খেঁড় বিশিষ্ট হয় এবং ইহার সাহায্যে লেদে খেঁড় কাটা হইয়া থাকে। খেঁড় কাটিবার সময় একশ্রেণী গিয়ার দ্বারা হেডষ্টক স্পিণ্ডলের সহিত লিড স্ক্রুকে যুক্ত করা হয়। ফলে, হেডষ্টক স্পিণ্ডলটি ঘুরিলে লিড স্ক্রুটিও ঘোরে। শ্রাডলের উপর টুলপোটে বাটালিটি বাঁধা থাকে এবং একটি হাক নাট লিড স্ক্রু সহিত যুক্ত করিয়া শ্রাডলটি তথা বাটালিটি চালনা করিয়া খেঁড় কাটা হয়। প্রতি ইঞ্চিতে ক্ষতগুলি খেঁড় কাটিবে তাহা নির্ভর করে স্পিণ্ডলের আবর্তন-সংখ্যা ও লিড স্ক্রু আবর্তন-সংখ্যার অনুপাতের অর্থাৎ হেডষ্টক স্পিণ্ডল ও লিড স্ক্রু বোগাবোর্গকারী গিয়ারের অনুপাতের

উপর। বিভিন্ন পিচ বিশিষ্ট থ্রেড কাটিবার অন্তঃস্থ স্পিণ্ডল ও লিড স্ক্রু আবর্তন সংখ্যার বিভিন্ন অনুপাত বিরূপে করা হয় তাহা ষষ্ঠ অধ্যায়ে বিশদরূপে বর্ণনা করা হইয়াছে।

স্যাডল (Saddle):—(১৫ নং চিত্র) ইহার তলার দিকে একপভাবে ঘাট কাটা থাকে যাহাতে ইহা বেডের উপর যাতায়াত করিতে পারে। তলার ঘাটের ঠিক লম্বদিকে ইহার উপরের পৃষ্ঠেও ঘাট কাটা থাকে যাহাতে ক্রস স্লাইডটি (Cross Slide) ইহার উপর যাতায়াত করিতে পারে।

অ্যাপ্রন (Apron):—(১৫ নং চিত্র) ইহা লম্বালম্বি দৌড়ের, আড়াআড়ি দৌড়ের, স্ক্রু কাটিবার এবং বিপরীত প্রভৃতি করিবার যান্ত্রিক ব্যবস্থা সকল ঢাকিয়া রাখে। ইহার বাহিরের দিকে এই সকল যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে চালনা করিবার নিভার সমূহ অবস্থিত থাকে।

অ্যাপ্রনের অভ্যন্তরস্থ যান্ত্রিক ব্যবস্থা:—৩২ নং চিত্রে আগেকার লেদের অ্যাপ্রনের অভ্যন্তরস্থ যান্ত্রিক ব্যবস্থা দেখান হইয়াছে। বিভেল



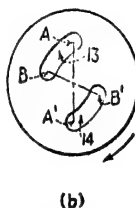
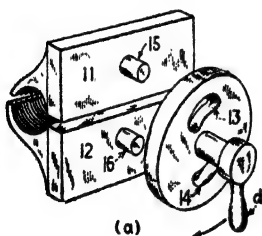
৩২ নং চিত্র—অ্যাপ্রন

পিনিয়ন ১ চাবির দ্বারা ফিড রডের লম্বা চাবির ঘাটে (Key way or Spline) আঁটা থাকায় ইহা ফিড রডের সঙ্গে সঙ্গে ঘোরে। বিভেল পিনিয়ন ১ বিভেল গিয়ার ২-কে ঘোরায়। স্পার গিয়ার ২ বিভেল গিয়ার ৩-এর সহিত স্বারীভাবে আঁটা। স্পার গিয়ার ৩ স্পার গিয়ার ৪-এর সহিত যুক্ত।

স্পার গিয়ার ৪ আবার স্পার গিয়ার ৯-এর সহিত যুক্ত। ফলে ফিড রড ঘুরিলে ক্যারেজের কোন দোড় (feed) চালু থাকুক আর নাই থাকুক গিয়ার ১, ২, ৪ ও ৯ ঘুরিতে থাকিবে। গিয়ার ৪ গিয়ার ৫-এর সহিত এবং গিয়ার ৯ গিয়ার ১০-এর সহিত ফ্রিকশন ক্লাচ দ্বারা যুক্ত। নব (Knob) (a)-কে টাইট করিয়া দিলে গিয়ার ৪ গিয়ার ৫-এর সহিত যুক্ত হইয়া যায়, ফলে গিয়ার ৫ ঘুরিতে আরম্ভ করে। গিয়ার ৫ গিয়ার ৬-কে ঘোঁরায়ে। গিয়ার ৬ এবং ৭ একই সাকটে যুক্ত থাকায় গিয়ার ৭-ও ঘোঁরে। গিয়ার ৭ লেদের বেডে অবস্থিত র্যাকের সহিত যুক্ত থাকায়, ক্যারেজটি লম্বালম্বি চলিতে আরম্ভ করে। আবার নব (b)-কে টাইট করিলে গিয়ার ৯ এবং ১০ যুক্ত হইয়া যায় এবং পরস্পরের মধ্যে ঘর্ষণের ফলে গিয়ার ৯-এর সহিত গিয়ার ১০-ও ঘুরিতে আরম্ভ করে। গিয়ার ১০-এর সহিত একটি ছোট পিনিয়ন যুক্ত থাকে (চিত্রে দেখান হয় নাই), যাহা ক্রশ ফিড স্ক্রু সহিত যুক্ত থাকে। ফলে নব (Knob) (b)-কে টাইট দিলে ক্রশ স্লাইড আড়াআড়ি ভাবে চলিতে আরম্ভ করে।

ক্যারেজকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে না চালাইয়া হাতে চালাইতে হইলে হাণ্ড হইল C-কে ঘোঁরাইতে হয়। C-কে ঘোঁরাইলে গিয়ার ৪ ও ৬-এর মাধ্যমে গিয়ার ৭ ঘোঁরে, ফলে ক্যারেজটি লম্বালম্বি চলিতে আরম্ভ করে।

থ্রেড কাটিবার সময় ৩২ নং চিত্রের স্প্লিট নাট (Split Nut) বা হাফ নাটের (Half Nut) দুই অর্ধাংশ (11) এবং (12)-কে হাণ্ডল



৩৩ নং চিত্র—হাফনাট

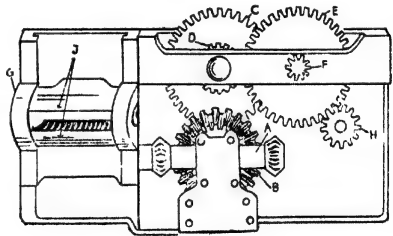
(d) দ্বারা জুড়িয়া দিলে ইহা লিড স্ক্রু সহিত আটকাইয়া যায়, ফলে লিড স্ক্রু ঘুরিলে ক্যারেজটি আগাইতে থাকে। হাফ নাট দুটিকে হাণ্ডল (d) দ্বারা কিরূপে একত্রিত

করা হয় তাহা ৩৩ (a) নং চিত্রে দেখান হইয়াছে। ১১ এবং ১২ অর্ধ নাট দুটিকে যথাক্রমে ১৫ এবং ১৬-এর দ্বারা দুইটি পিন থাকে। এই পিন দুইটি ১৩ ও ১৪-এর মত দেখিতে দুইটি ক্যাম স্লটের (Cam Slot)

মধ্যে ঢুকান থাকে। ৩৩ (b) চিত্রটি লক্ষ্য করিলে বুঝা যাইবে ক্যাম স্লট দুইটির মধ্যে ব্যবধান সর্বত্র সমান নয়। AA'-এর দূরত্ব BB' হইতে অধিক। ইহার ফলে হাওল d-টি তীরচিহ্নের দিকে ঘোরাইলে হাফ নাট দু'টি একসঙ্গে জুড়িয়া যায় ও উহার উল্টাদিকে ঘোরাইলে দূরে সরিয়া যায়।

৩৪ নং চিত্রে একটি আধুনিক অ্যাপ্রণের অভ্যন্তরস্থ একটি চালু যান্ত্রিক ব্যবস্থা দেখান হইয়াছে। ফিড রডের চাবির ঘাটের সহিত স্লীভ বা কুয়িল (Quill) A আটকান থাকায় ফিড রড ঘুরিলে স্লীভটি ঘুরিতে থাকে। স্লীভটির দুই দিকে অবস্থিত দুইটি বিভেল পিনিয়নও ইহার সাথে সাথে ঘোরে। অ্যাপ্রণের বাহিরে অবস্থিত একটি লিভার দ্বারা এই পিনিয়নদ্বয়ের যে কোন একটিকে বিভেল গিয়ার B-এর সহিত যুক্ত করা যায়। একটু লক্ষ্য করিলেই বুঝিতে পারা যাইবে ইহার ফলে বিভেল গিয়ার B-কে ইচ্ছামত ডানদিকে বা বামদিকে ঘোরাইয়া ক্যারেজের দোড়ের পরিবর্তন করা যায়। বিভেল গিয়ার B-এর পিছন দিকে একটি ছোট স্পার গিয়ার আছে এবং গিয়ার C-এর পিছন দিকেও ঠিক গিয়ার C-এর অনুরূপ একটি গিয়ার আছে যাহাদের চিত্রে দেখা যাইতেছে না। বিভেল গিয়ার B-এর পিছনে যে স্পার গিয়ার আছে তাহা ভিতর দিকের স্পার গিয়ার C-এর সহিত যুক্ত। ফলে স্লীভ A-তে অবস্থিত বিভেল পিনিয়নদ্বয়ের যে কোন একটি বিভেল গিয়ার B-এর সহিত যুক্ত

করিয়া ফিড রড চালু করিলে মেশিনের কোন দোড় (Feed) কাজ করুক আর নাই করুক স্লীভ A-তে অবস্থিত দুইটি বিভেল পিনিয়ন, বিভেল গিয়ার B, উহার পশ্চাতে অবস্থিত স্পার



৩৪ নং চিত্র—অ্যাপ্রণ

গিয়ার (যাহা চিত্রে দেখা যাইতেছে না) এবং ভিতর দিকের গিয়ার C ঘুরিতে থাকে। C গিয়ার দুইটিকে অ্যাপ্রণের বাহিরের দিকে অবস্থিত লিভার দ্বারা যুক্ত করিলে বাহিরের দিকের গিয়ার C-ও ঘুরিতে থাকে এবং ইহা ক্রশ-স্লাইড স্ক্রু সহিত যুক্ত হওয়ায় ক্রশ স্লাইড চলিতে আরম্ভ করে। আবার

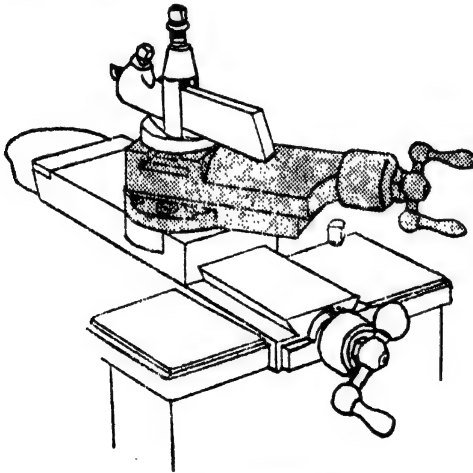
D গিয়ারকে অ্যাপ্রণের বাহিরে অবস্থিত একটি লিভার দ্বারা ভিতর দিকের C গিয়ারের সহিত যুক্ত করিলে গিয়ার D ঘুরিতে আরম্ভ করে এবং ফলে E ও F ঘুরিতে আরম্ভ করে ; গিয়ার F বেডে অবস্থিত ব্যাকের (Back) সহিত যুক্ত হওয়ায় ক্যারেজটি লম্বালম্বিভাবে চলিতে আরম্ভ করে। ক্যারেজটি কোন্ দিকে চলিবে তাহা নির্ভর করে স্লিড A-তে অবস্থিত কোন পিনিয়নটি B-বিভেল গিয়ারের সহিত যুক্ত করা হইয়াছে।

H গিয়ারটি হাও হইলের সহিত যুক্ত হওয়ায় হাও হইলটি ঘোরাইলে ক্যারেজটি যাতায়াত করিবে।

ক্যারেজ—(১৫নং চিত্র) স্লাইড, অ্যাপ্রণ, লম্বালম্বি (Longitudinal) ও আড়াআড়ি (Cross) দৌড়ের (Feed) যান্ত্রিক ব্যবস্থা, কম্পাউণ্ড রেষ্ট (Compound Rest) প্রভৃতিকে মিলাইয়া ক্যারেজ বলা হয়।

ক্রস স্লাইড (Cross Slide)—(১৫ নং চিত্র) ইহা স্লাইডের উপর অবস্থিত এবং ইহা দ্বারা বাটালিকে আড়াআড়িভাবে চালনা করা হয়।

কম্পাউণ্ড স্লাইড (Compound Slide)—(৩৫ নং চিত্র) অধিকাংশ

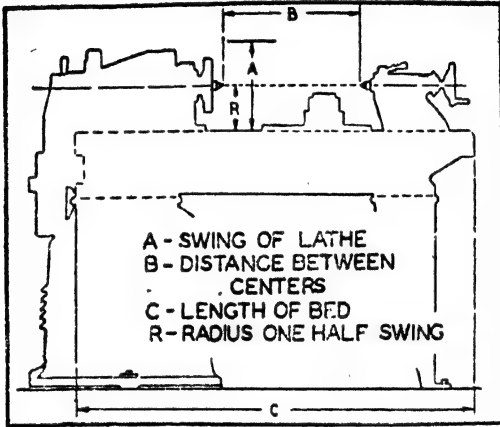


৩৫ নং চিত্র—কম্পাউণ্ড স্লাইড

লেদ মেশিনে টুলপোষ্ট ও ক্রস স্লাইডের মাঝখানে কম্পাউণ্ড স্লাইড ক্রস স্লাইডের সঙ্গে বোল্ট দ্বারা আঁটা থাকে। এই স্লাইডকে যে কোন কোণে

ঘোরান যায় এবং ইহার ফলে বাটালিটিকে এরূপ কোণে চালনা করা যায়, যদ্বিক্রে একক ক্যারেজ বা ক্রশ স্লাইড দ্বারা চালনা করা যায় না। অল্প দৈর্ঘ্যের টেপার, চ্যাম্ফার এবং অন্ত্যান্ত কাজ যাহাতে বাটালির কোণাকৃতি যাতায়াতের দরকার, ইহা দ্বারা অতি সহজে কাটা যায়।

লেদের মাপ (Size)—(৫৬ নং চিত্র) লেদের বেড হইতে সেন্টারের



SIZE AND CAPACITY OF A LATHE

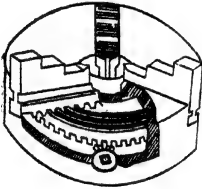
৩৬ নং চিত্র

উচ্চতা এবং বেডের দৈর্ঘ্যের দ্বারা সাধারণতঃ লেদের মাপ বোঝান হয়। একটি ১২ ইঞ্চি \times ৪ ফুট লেদ বলিতে একটি লেদ বোঝায়, যাহার বেড ৪ ফুট লম্বা ও বেড হইতে সেন্টারের উচ্চতা ১২ ইঞ্চি, অর্থাৎ ইহাতে আলে আলে বেডের উপর সর্বাধিক ২৪ ইঞ্চি ব্যাসের বস্তু বাঁধা যায়। বেডের মাপ হেড-ষ্টককে ধরিয়া মাপিতে হয়।

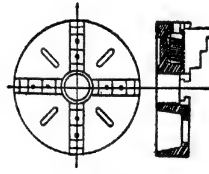
চতুর্থ অধ্যায়

লেদের আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতি (Lathe Accessories)

চাক (Chuck) :—চাক সাধারণত: চারিটি পৃথক্ পৃথক্ ‘জ’ বিশিষ্ট (4-Jaw independent) বা তিনটি একত্রে একই কেন্দ্রাভিমুখী ‘জ’ (3 Jaw Self Centering) বিশিষ্ট হইয়া থাকে। চারিটি পৃথক্ পৃথক্ ‘জ’ বিশিষ্ট চাকের (৩৭ নং চিত্র) প্রত্যেকটি ‘জ’-কে স্কোয়ার থ্রেড (Square Thread) বিশিষ্ট স্ক্রু দ্বারা আলাদা আলাদাভাবে চালনা করা হয়, কিন্তু তিনটি ‘একত্রগামী ‘জ’ বিশিষ্ট চাকে ‘জ’ গুলিকে স্ক্রল (Scroll)-এর সাহায্যে (৩৭ নং চিত্র) একত্রে চালনা করা হয়। স্ক্রল আর নাটবোর্ডের মূলতঃ একই কেবল তফাৎ এই যে, স্ক্রল-এ থ্রেড কাটা হয় একটা চ্যাপ্টা চাকতির (Flat Disc) উপর। তিন ‘জ’ বিশিষ্ট সেল্ফ সেন্টারিং চাকে বৃত্তাকার বস্তুকে ধরা সুবিধাজনক কিন্তু ইহা চার ‘জ’ বিশিষ্ট ইণ্ডিপেন্ডেন্ট



৩৭ নং চিত্র

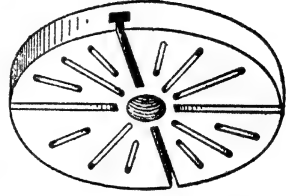


ফোর জ ইণ্ডিপেন্ডেন্ট চাক

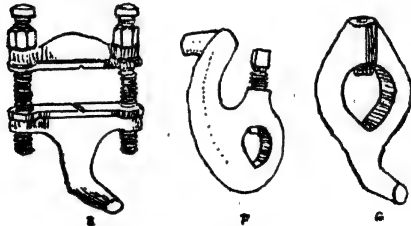
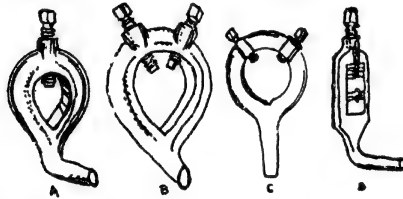
চাকের গ্রায় বস্তুকে অত জোরে ধরিতে পারে না। চার ‘জ’ বিশিষ্ট ইণ্ডিপেন্ডেন্ট চাকে যে কোন আকৃতির মালকে ধরিতে পারা যায়। চাকের পিছন দিকের প্লেটে (Back Plate) ইন্টারনাল থ্রেড কাটা থাকে যাহাতে চাকটি হেডষ্টক পিণ্ডলের সহিত আটকাইতে পারা যায়।

ফেস প্লেট (Face Plate) :—(৩৮ নং চিত্র)—যে সমস্ত বস্তুকে আলে আলে বা চাকে ধরা যায় না, সেই সমস্ত বস্তুকে ধরিবার জন্য ফেস প্লেট ব্যবহৃত হয়। প্রয়োজনমত মালটিকে (Job) ইহার সহিত বোর্ড দ্বারা বাধিবার জন্য ইহার উপর স্লট (Slot) কাটা থাকে।

লেদ ডগ বা ক্যাচ (Lathe Dog or Catch):—কোন বস্তুকে যখন আলে আলে চড়াইয়া কাটা হয় তখন বস্তুটিকে ঘোরাইবার জন্য লেদ ডগ ব্যবহার করা হয়। যখন বস্তুটি গোল হয় তখন প্রয়োজনমত ৩৯ নং চিত্রের C-এর স্থায় সোজা বা ৩৯ নং চিত্রের A এবং B-এর স্থায় বাঁকা ল্যাজবিশিষ্ট লেদ ডগ (Straight or Bent Tail Dog) ব্যবহার করা হয়। কিন্তু বস্তুটি যখন গোলাকৃতির হয় না তখন তাহাকে ধরিবার জন্য ৩৯ নং চিত্রের E ও D-এর স্থায় যথাক্রমে ক্ল্যাম্প (Clamp) ডগ ও ডাই (Die) ডগ ব্যবহার করা হয়। ইহাতে বস্তুটিকে দু'টি 'জ'-এর মধ্যে রাখিয়া বোর্ট-দ্বারা টাইট দেওয়া হয়। লেদ ডগের সেট ক্রুতে জামার হাতা প্রভৃতি আটকাইয়া অনেক সময় দুর্ঘটনা ঘটে। ইহা এড়াইবার জন্য F এবং G-এর



৩৯ নং চিত্র—ফেস সেট ।



৩৯ নং চিত্র—লেদ ডগ

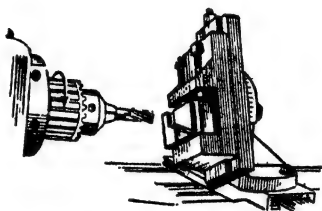
স্থায় দেখিতে ডগ ব্যবহার করা হয়। F-এ প্রদর্শিত লেদ ডগের পিছন দিক বাঁকাইয়া সেটক্রুর সামনে আনার উহা ইহাতে বিপদ অনেক

লাগব হইয়াছে। G-এ প্রদর্শিত ভগ্নে সেট জু-র মাথা ভগ্নের ভিতর ঢোকাইয়া দিয়া উহাকে নিরাপদ করা হইয়াছে।

মিলিং অ্যাটাচমেন্ট (Milling Attachment) :—লেদের স্পিণ্ডলে মিলিং-কাটার বাঁধিয়া মিলিং অ্যাটাচমেন্ট দ্বারা লেদে ডাভ টেল (Dove Tail), চৌকো (Square), চাবির ঘাট (Key-way) প্রভৃতি মিলিং-এর কাজ করা যায়। ৪০ নং চিত্রে মিলিং অ্যাটাচমেন্ট দ্বারা লেদে মিলিং-এর কাজ করিতে দেখা যাইতেছে।

স্টেডি রেস্ট বা সেন্টার রেস্ট (Steady Rest or Center Rest) :—যদি কোন সাফ্টের মুখের দিকে (End) ফেস (Face) করিতে হয় যেখানে টেলটক লাগান সম্ভব নয় অথবা যদি বস্তুটি লম্বা হওয়ার দরুন বাঁকিয়া যাইবার বা কাঁপিবার সম্ভাবনা থাকে তাহা হইলে সাফ্টি কাটিবার সময় ৪১ নং চিত্রের মত স্টেডি বা সেন্টার রেস্ট ব্যবহার করা হয়। স্টেডি রেস্টের উপরের অংশকে A কজার উপর ঘোরান

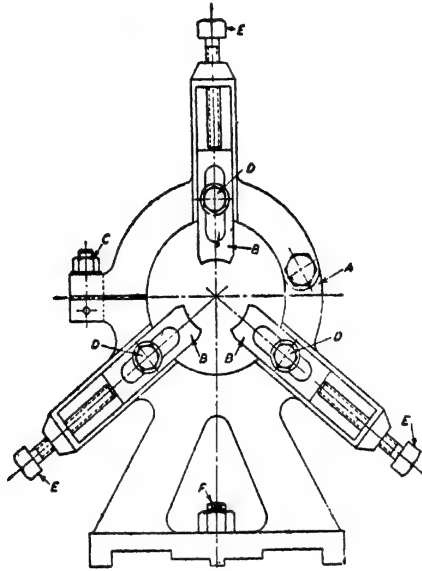
যায় এবং ইহাতে তিনটি অ্যাড্-জাস্টেবল 'জ' BBB থাকে। রেস্টটিকে ব্যবহার করিতে হইলে প্রথমে বস্তুটিকে নিটাল করিয়া চাকে বাঁধিতে হয়, কিন্তু যেহেতু রাফ রড ঠিকমত গোল ও নিটাল হইতে পারে না,



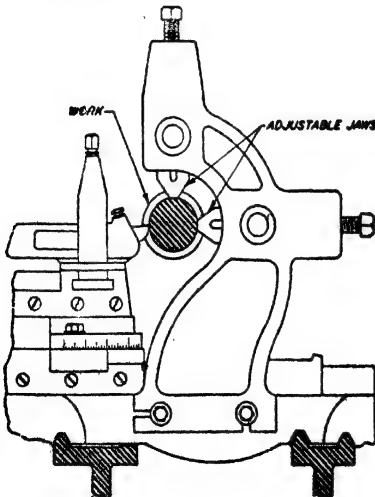
৪০ নং চিত্র—মিলিং অ্যাটাচমেন্ট

সেইজন্য যে জায়গায় স্টেডি রেস্ট লাগাইতে হইবে সেই জায়গাটুকু প্রথমে খুব সাবধানে অল্প একটু টার্নিং করিয়া লইতে হইবে। তাহার পর রেস্টটিকে প্রয়োজনমত জায়গায় বেডের উপর F বোর্ট দ্বারা বাঁধিতে হয়। ইহার পর মেশিন চালু করিয়া দিয়া E জু দ্বারা 'জ' BBB অ্যাড্জাস্ট করিতে হয়। E চিহ্নিত জুগুলি টাইট দিতে কখনও স্প্যানার ব্যবহার করিতে নাই, কারণ তাহা হইলে বস্তুটি আর নিটাল থাকিবে না। EEE অ্যাড্জাস্ট হইয়া গেলে DDD বোর্ট দ্বারা 'জ' গুলিকে, টাইট করিয়া দিতে হইবে। মেশিন চলিলে BBB 'জ' গুলি ডেক দিতে হইবে।

ট্র্যাভেলার বা ফলোয়ার ট্রেডি রেট (Traveller or Follower



৪১ নং চিত্র—ট্রেডি রেট
বা সেন্টার রেট

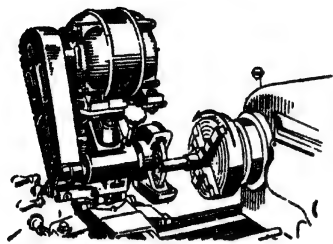


৪২ নং চিত্র—ট্র্যাভেলার বা ফলোয়ার ট্রেডি রেট

Steady Rest):—

যখন বস্তুর দৈর্ঘ্য ব্যাসের তুলনায় খুব বেশী হয় তখন ৪২ নং চিত্রের স্থায় ট্র্যাভেলার বা ফলোয়ার রেট ব্যবহার করা হয়। ইহা ক্যারেজের উপর বাঁধা থাকে এবং ইহার অ্যাড্জাস্টেবল 'জ' দুইটি বাটালির ঠিক বিপরীত দিকে যালের কিনিস সা র ফে সে থাকি য়। বাটালির সহিত একত্রে অগ্রসর হয় এবং ইহার ফলে বস্তুটি কাঁপিতে বা বাকিতে পারে না।

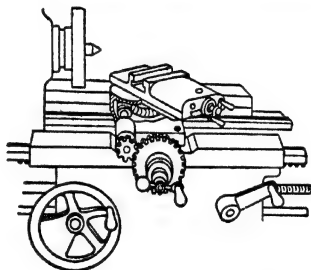
গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট (Grinding Attachment) :—৪৩ নং চিত্রের



৪৩ নং চিত্র—গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট

মোটরের (Motor) স্পিণ্ডলে সরাসরি গ্রাইন্ডিং হুইল বান্ধিয়া বা মোটরের স্পিণ্ডলে অবস্থিত পুলির সহিত একটি 'V' বেল্টদ্বারা যুক্ত করিয়া ইহার হুইলটি ঘোরান হয়। টুলপোস্ট খুলিয়া কেলিয়া ইহাকে স্কেলের উপর বসান হয় এবং বস্তুটিকে আলে আলে বা চাকে ধরা হয়।

শ্রায় দেখিতে গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট দ্বারা লেদে গ্রাইন্ডিং-এর কাজ করা যায়। ইহা একটি বিশেষ উপকারী আয়-যন্ত্রিক যন্ত্র। কেননা ইহা দ্বারা কোন বস্তু কাটিলে তাহার ফিনিস ও মাপ উভয়ই গ্রাইন্ডিং মেশিনের শ্রায় হয়; ইলেকট্রিক



৪৪ নং চিত্র—বল টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট

বল টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট (Ball Turning Attachment) :—



৪৫ নং চিত্র—রিলিভিং অ্যাটাচমেন্ট

৪৪ নং চিত্রের শ্রায় দেখিতে বল টার্নিং অ্যাটাচমেন্ট দ্বারা লেদে বল টার্নিং করা হয়।

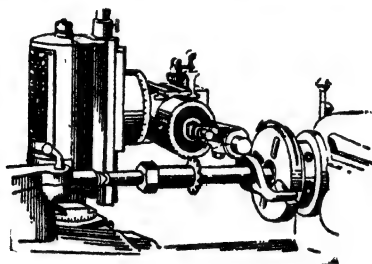
রিলিভিং অ্যাটাচমেন্ট (Relieving Attachment)

—৪৫ নং চিত্রের শ্রায় দেখিতে

রিলিভিং অ্যাটাচমেন্ট দ্বারা লেদে, ট্যাপ, কর্ম কুটার প্রভৃতির দাঁতে রিলিভ (Relieve) অ্যাঙ্কল দেওয়া হয়।

গিয়ার কাটিং অ্যাটাচমেন্ট (Gear Cutting Attachment):—

৪৬ নং চিত্রে লেদে ক্রিপে গিয়ার কাটা যায় তাহা দেখান হইয়াছে।



৪৬ নং চিত্র—গিয়ার কাটিং অ্যাটাচমেন্ট

পঞ্চম অধ্যায়

টেপার টার্নিং (Taper Turning)

টেপার কাহাকে বলে?

এক খণ্ড বস্তুর প্রস্থ বা ব্যাস যদি সমহারে বাড়ে বা কমে, তাহা হইলে বস্তুটিকে টেপারবিশিষ্ট (Tapered) বলা হয়। শঙ্ক (Cone) টেপারের একটি উৎকৃষ্ট উদাহরণ। মেসিনশপে বহু মেসিনের স্পিন্ডলে টেপার গর্ত (Hole) আছে। যেমন, টেপার শাঙ্কবিশিষ্ট টুইষ্ট ড্রিল বা টেপার শাঙ্কবিশিষ্ট অন্ত টুলস ধরিবার জন্য ড্রিল প্রেসের স্পিন্ডলে টেপার গর্ত থাকে।

টেপারের উদ্দেশ্য

টেপারের উদ্দেশ্য হইতেছে একটি বস্তুকে দৃঢ়ভাবে ধরা এবং অপর একটি বস্তুর আপেক্ষিকে বস্তুটিকে কেন্দ্রে ধরা। টেপার শাঙ্কবিশিষ্ট ড্রিল, রিমার প্রভৃতি টেপার গর্তবিশিষ্ট স্পিন্ডলে অতি সহজে দৃঢ়ভাবে আটকান যায় এবং উহা আঁপনা হইতে স্পিন্ডলের কেন্দ্রে স্থাপিত হয়।

ষ্ট্যান্ডার্ড টেপার কয় প্রকারের?

মেসিনশপের কাজে সাধারণতঃ পাঁচ প্রকারের টেপার ব্যবহৃত হয়। ইহাদের মধ্যে চারি প্রকার টেপার সেল্ফ হোল্ডিং (Self-holding) ও এক প্রকার টেপার সেল্ফ রিলিজিং (Self-releasing) টাইপের অন্তর্গত।

সেল্ফ হোল্ডিং টেপার—অর্থাৎ স্বয়ং আটকাইবার ক্ষমতা সম্পন্ন টেপার। অল্প টেপারকে সাধারণতঃ সেল্ফ হোল্ডিং টেপার বলা হয়। কারণ, ২ বা ৪ ডিগ্রী টেপারবিশিষ্ট বস্তু উহার সকেটে একদৃষ্টভাবে আটকায় যে সাধারণ কাজে উহা খুলিয়া বা ঘুরিয়া যায় না। নিম্নলিখিত চারি প্রকারের সেল্ফ হোল্ডিং টেপার সাধারণতঃ মেশিনশপের কার্যে ব্যবহার করিতে দেখা যায় :—

১. **ব্রাউন এণ্ড শার্প টেপার** (Brown and Sharpe Taper)—এই প্রকারের টেপার সাধারণতঃ মিলিং এবং গ্রাইন্ডিং মেশিনে এবং উহাদের বাটালি ও আবহুযন্ত্রিক যন্ত্রপাতিতে (Attachment) ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার টেপার সর্বাপেক্ষা ছোট ১ নম্বর হইতে সর্বাপেক্ষা বড় ১৪ নম্বর পর্যন্ত হয়। একমাত্র ১০ নম্বর টেপার ব্যতীত আর সব সাইজের টেপার প্রতি ফুটে $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি আন্দাজ। ১০ নম্বরে প্রতি ফুটে ০.৫১৬১ ইঞ্চি টেপার।

২. **মোর্স টেপার** (Morse Taper):—এই প্রকার টেপার সাধারণতঃ ড্রিল মেশিন ও উহার টুলস-এ (Tools) ব্যবহৃত হয়। যেমন, টুইষ্ট ড্রিলের শ্রাব। অনেক লেদেও এই প্রকারের টেপার ব্যবহার করা হয়। এই প্রকার টেপার সর্বাপেক্ষা ছোট ০ নম্বর হইতে সর্বাপেক্ষা বড় ৭ নম্বর পর্যন্ত মোট আট সাইজের হয়। এই পদ্ধতিতে সব সাইজেই টেপার প্রতি ফুটে $\frac{3}{8}$ ইঞ্চি আন্দাজ, কিন্তু কোন সাইজেই সঠিক $\frac{3}{8}$ ইঞ্চি নহে। সঠিক টেপারের মাপ নির্ণয়ের জন্য মোর্স টেপারের তালিকার সাহায্য লইতে হইবে।

৩. **জার্নো টেপার** (Jarno Taper)—সকল প্রকার টেপারের মধ্যে এই প্রকার টেপারের মাপ মনে রাখা ও হিসাব করা সর্বাপেক্ষা সহজ। এই প্রকার টেপারের মাপ বাহির করিবার জন্য কোনরূপ তালিকার সাহায্য লইতে হয় না। জার্নো টেপারের মাপ বাহির করিবার সূত্রগুলি নিম্নরূপ—

টেপার প্রতি ফুট = ০.৬০০ ইঞ্চি

$$\text{বৃহত্তর ব্যাস (Large Diameter)} = \frac{\text{টেপারের নম্বর}}{8}$$

$$\text{ক্ষুদ্রতর ব্যাস (Small Diameter)} = \frac{\text{টেপারের নম্বর}}{10}$$

$$\text{টেপারের দৈর্ঘ্য (Length of Taper)} = \frac{\text{টেপারের নম্বর}}{4}$$

যেমন, 7 নম্বর জার্গো টেপারের বৃহত্তর প্রান্তের ব্যাস $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি, ক্ষুদ্রতর প্রান্তের ব্যাস $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি অর্থাৎ 0.700 ইঞ্চি এবং দৈর্ঘ্য $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি অর্থাৎ 3½ ইঞ্চি।

আমেরিকান স্ট্যান্ডার্ড মেশিন টেপার (American Standard Machine Taper)—এই প্রকারের টেপার 19 রকম সাইজের হয়, তন্মধ্যে আটটি সাইজ ছোট সাইজের মোর্স এবং ব্রাউন এণ্ড শার্প টেপার হইতে নির্বাচন করা হইয়াছে এবং বড় দশটি সাইজে টেপার প্রতি ফুটে $\frac{3}{8}$ ইঞ্চি। 4½ নম্বর টেপার, 4 নম্বর ও 5 নম্বর মোর্স টেপারের মাঝামাঝি।

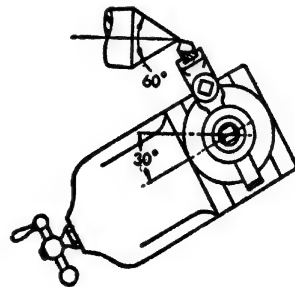
সেলফ-রিলিজিং টেপার (Self-releasing Taper)—অর্থাৎ স্বয়ং খুলিয়া যায় এরূপ টেপার। এই প্রকার টেপারকে মিলিং মেশিন স্ট্যান্ডার্ড টেপারও বলে। পূর্বে মিলিং মেশিন স্পিণ্ডল, আরবার এবং অ্যাডপ্টারে ব্রাউন এণ্ড শার্প টেপার ব্যবহার করা হইত। অল্প টেপারের জগ্ন মেশিন স্পিণ্ডল হইতে আরবার বা অ্যাডপ্টার খোলা খুব কষ্টকর ও সময় সাপেক্ষ ছিল। 1927 খৃষ্টাব্দে মিলিং মেশিন স্ট্যান্ডার্ড টেপার ডিজাইন করা হয় এবং বর্তমানে উহা সমস্ত আধুনিক মিলিং মেশিনে ব্যবহৃত হয়। ইহার প্রতি ফুটে $\frac{3}{8}$ ইঞ্চি টেপার এবং টেপার বেশী হওয়ায় ইহা সেলফ হোল্ডিং শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত নহে। এই প্রকার টেপারের উদ্দেশ্য বস্তুটিকে যথাযথ জায়গায় বসান, উহাকে আটকান নহে। সেই জগ্ন আরবার বা অ্যাডপ্টারকে পিছন হইতে ড্র-ইন-বোল্ট (Draw-in-bolt) সাহায্যে টাইট দিয়া স্পিণ্ডলে আটকান হয়।

লেনে কি কি উপায়ে টেপার কাটা যায় ?

১। কম্পাউণ্ড স্লাইড পদ্ধতি

(Compound Slide Method)

—এই পদ্ধতিতে যত ডিগ্রী টেপার কাটিতে হইবে টুল স্লাইডটিকে ঠিক ততডিগ্রী কোণে রাখিয়া টুল স্লাইডের সাহায্যে বাটালিটিকে পরিচালিত করিয়া টেপার কাটিতে হয়। এই প্রক্রিয়ায় বাহিরের সারকেসের টেপার ও বোরের টেপার উভয়ই কাটা যায়



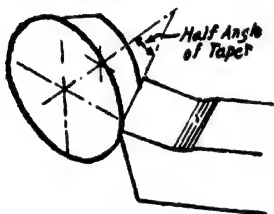
৪৭ নং চিত্র

কিন্তু এই উপায়ে বেশী লম্বা কোন জিনিস কাটা যায় না। টুল স্লাইড

যতটা বাতায়ত করিতে পারে সর্বাধিক ততটা দৈর্ঘ্যের টেপারই এই পদ্ধতিতে কাটা সম্ভব। ইহা ছাড়াও এই পদ্ধতির আর একটি অসুবিধা হইতেছে যে টুল স্লাইডটি হাতে চালাইতে হয় বলিয়া মেশিন-চালকের হাত শীঘ্র ক্লান্ত হইয়া যায়। ৪৭ নং চিত্রে কম্পাউণ্ড স্লাইডকে 30° কোণে বাঁধিয়া লেদ সেন্টারকে এক এক দিকে 30° কোণে অর্থাৎ 60° অন্তর্ভুক্ত কোণে টার্নিং করিতে দেখা যাইতেছে।

২। **কর্ম টুল (Form Tool)**—৪৮ নং চিত্রের দ্বায়া একটি চওড়া বাটালিক ঠিকমত কোণে বাঁধিয়া টেপার কাটা যায়। কাজটি ঠিকমত পাইতে হইলে বাটালিটির মুং (Cutting Edge) একদম সোজা (Straight) হওয়া চাই। তবে এইভাবে কেবলমাত্র খুব অল্প দৈর্ঘ্যের টেপার কাটা যায়। কারণ এই প্রক্রিয়ায় লম্বা টেপার কাটিলে মালটি কাঁপিতে থাকিবে ও ফলে রাফ ফিনিস (Rough finish) হইবে।

৩। **টেলষ্টক সরাইয়া (Setting Over the Tailstock Center)**—যে সমস্ত



Turning a Taper with a Straight Tool.

৪৮ নং চিত্র

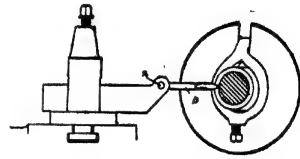
আর বস্তুর অক্ষকে বেডের সহিত কোণ করিয়া বাঁধিয়া বস্তুটিকে ঘোরান হয়। ৫৫ নং চিত্রের দ্বায়া টেলষ্টক সেন্টারকে সরাইয়া বস্তুটিকে বেডের সহিত কোণ করিয়া বাঁধা হয়, কারণ টেলষ্টক সেন্টারটি সরাইলে হেডষ্টক ও টেলষ্টক সেন্টারের সংযোজক সরলরেখা ভি-পথের আর সমান্তরাল না থাকিয়া ভি-পথের সহিত কোণ করিয়া থাকিবে। সুতরাং বাটালিটি যখন বেডের সমান্তরাল ভাবে ঘাইবে বস্তুটি টেপার কাটিতে থাকিবে। সেন্টারখয়ের সংযোজক সরলরেখা বেডের সহিত যত ডিগ্রী কোণ করিয়া থাকিবে বস্তুটিতে ততদূর ঋণাত্মক কোণের টেপার কাটিবে।

বস্তুকে আলে আলে ধরা যায় এই পদ্ধতিতে সেই সমস্ত জিনিসে টেপার কাটা যায়। এই প্রণালীতে বাটালিটিকে বেডের সহিত সমান্তরাল ভাবে তাহার স্বাভাবিক পথে চালিত করা হয়

টেলষ্টক সেন্টার কিরূপে সরাইতে হয় ? ৩০ নং চিত্র লক্ষ্য করিলে বুঝা যাইবে টেলষ্টক উপর এবং নীচে এই দুই অংশে বিভক্ত এবং উপরের অংশ নীচের অংশের উপর পৃষ্ঠে বেডের সমান্তরাল সমতলে বেডের সহিত লম্বভাবে যে পথ কাটা থাকে তাহাতে ঘাতায়াত করিতে পারে। টেলষ্টকের দুই পার্শ্বে অবস্থিত দুইটি জুর সাহায্যে এই গতিটি দেওয়া হয়। ৩০ নং চিত্রে K, K এই দুইটি জুর সাহায্যে টেলষ্টকের উপরের অংশকে সরান হয়।

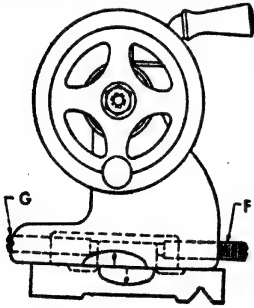
টেপার টার্নিং-এর উদ্দেশ্যে টেলষ্টক ঈঙ্গিত পরিমাণ কিরূপে সরান হয় ?

(ক) ক্যালিপার টুল সাহায্যে (Using a Calliper Tool) :—এই পদ্ধতিতে টেপার অংশের আরম্ভে এবং শেষে অল্প একটু জায়গা টার্নিং করিয়া টেপারের বৃহত্তর এবং ক্ষুদ্রতর প্রান্তের মাপ করা হয়। পরে টুল পোষ্টে ৪২ নং চিত্রের ভায়ে দেখিতে ক্যালিপার টুল রাখা হয়। ঝুঁচাল মুখ বিশিষ্ট P আঁচড়াটি (Pointer) R কীলকের (Pivot) উপর এরূপভাবে



৪২ নং চিত্র

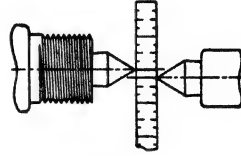
অবস্থিত যে উহা R-কে কেন্দ্র করিয়া উল্লম্ব তলে (Vertical) ঘোরান যায়। R-কে বস্তুর সেন্টারের (Center) উচ্চতায় বাধিতে হয়। টুলপোষ্টটি এরূপ জায়গায় সেট (Set) করিতে হয় যে আঁচড়াটি উল্লম্ব তলে (Vertical) ঘোরাইলে উহা বৃহত্তর প্রান্তের ব্যাসকে মাত্র (Just) স্পর্শ করে। টুলপোষ্ট ঐ অবস্থায় স্থির (Fixed) রাখিয়া কেবলমাত্র ক্যারেজটি লম্বালম্বি দিকে চালনা করিয়া আঁচড়াটি ক্ষুদ্রতম প্রান্তের



৪০ নং চিত্র

নিকট আনিতে হয় এবং টেলষ্টকটি সরাইয়া আঁচড়াটি পূর্বের ভায়ে ক্ষুদ্রতর প্রান্তে স্পর্শ করাইতে হয়। আঁচড়াটি ক্ষুদ্রতর প্রান্ত স্পর্শ করিলে বুঝিতে হইবে টেলষ্টক ঈঙ্গিত পরিমাণ সন্নিবেহ।

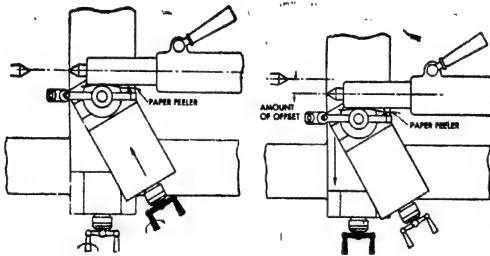
(খ) **কেলের সাহায্যে** :—টেলষ্টক সেন্টার যখন হেডষ্টক স্পিণ্ডলের অক্ষের সহিত একই রেখায় অবস্থিত থাকে, সেই অবস্থায় টেলষ্টকের উপর অংশ হইতে নীচের অংশ পর্যন্ত একটি রেখা টানিতে হয়। পরে টেলষ্টক সরাইলে ৫০ নং চিত্রের স্থায় রেখাটির উপর এবং নীচের অংশের মধ্যে যে তফাৎ হয়, সেই দূরত্ব মাপিলে টেলষ্টক কতটা সরিল বুঝিতে পারা যায়।



৫১ নং চিত্র

৫১ নং চিত্রের স্থায় সেন্টার দু'টি কাছাকাছি আনিয়া উহাদের মধ্যে দূরত্ব একটি স্কেল দ্বারা মাপিলে টেলষ্টক সেন্টার কতটা সরিয়াছে মোটামুটি জানিতে পারা যায়।

(গ) **ক্রস ফিড স্ক্রু ডায়াল সাহায্যে** (Using Cross Feed Screw Dial) :—৫২ নং চিত্রের স্থায় টুলপোষ্টটি টেলষ্টক স্পিণ্ডলে স্পর্শ করাইতে

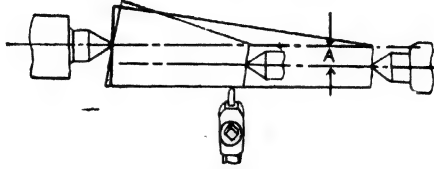


৫২ নং চিত্র

হয়। পরে ক্রস ফিড স্ক্রু ডায়াল দেখিয়া স্লাইডটি বাহিরের দিকে ঈষদিত পরিমাণ টানিয়া লইয়া টেলষ্টক সেন্টারটি সরাইয়া টেলষ্টক স্পিণ্ডলটি পুনরায় টুলপোষ্টে স্পর্শ করাইলে, টেলষ্টক সেন্টারটি ঈষদিত পরিমাণ সরিবে। ঠিকমত স্পর্শ করিল কিনা একটি পাতলা কাগজ সাহায্যে অনুভব করিলে বুঝিতে হুবিধা হয়।

টেলষ্টক অফ-সেট (Off Set) অর্থাৎ সরানোর পরিমাণ একই থাকিলে সকল অবস্থেই কি টেপার সমান হইবে?

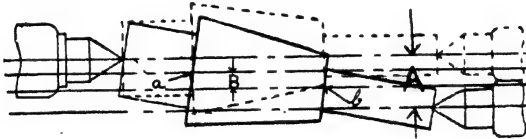
না হইবে না। ৫৩ নং চিত্র লক্ষ্য করিলে বুঝা যাইবে অফ-সেটের পরিমাণ একই থাকিলেও জবের দৈর্ঘ্যের সহিত টেপার অ্যান্গলের তফাৎ হইবে। দৈর্ঘ্য যত বেশী হইবে টেপার অ্যান্গল তত কম হইবে।



৫৩ নং চিত্র

টেলষ্টকের অফ-সেট টেপার অংশের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে, না পুরা জবের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে ?

টেলষ্টকের অফ-সেট পুরা জবের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে। ৫৪ নং চিত্র লক্ষ্য করিলে বুঝা যাইবে যদি জবটির a এবং b বিন্দুতে সেন্টার লাগান সম্ভব হইত, তাহা হইলে অফ-সেটের পরিমাণ হইত B। কিন্তু ঐ ভাবে জব ধরা সম্ভব নহে। টেপার অংশে যে অল্পপাতে টেপার হইয়াছে সেই অল্পপাতে পুরা জবের দৈর্ঘ্য যদি টেপার হইত, তাহা হইলে যতটা অফ-সেট দিতে হইত টেলষ্টককে ততটা অফ-সেট দিতে হইবে। ৫৪ নং চিত্রে উহা A-এর সমান।



৫৪ নং চিত্র

টেপারের মাপ কিরূপে প্রকাশ করা হয় ?

টেপারের মাপ তিন রকমভাবে বলা হয়—

- (ক) এত ইঞ্চিতে ১ ইঞ্চি—যেমন ১০ ইঞ্চিতে ১ ইঞ্চি ব্যাস
- (খ) প্রতি ফুট দৈর্ঘ্যে এত টেপার—যেমন, প্রতি ফুটে $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি ব্যাস
- (গ) টেপারের অন্তর্ভূত কোণ (Included Angle) দ্বারা

(ক) একক টেপারের দৈর্ঘ্য দেওয়া থাকিলে টেলষ্টক অফ-সেট কিরূপে বাহির করিতে হয় ?

যতটা দৈর্ঘ্যে একক টেপার হয় সেই দৈর্ঘ্য দ্বারা মালের (job) পুরা দৈর্ঘ্যকে ভাগ দিলে যে ভাগফল হইবে, তাহাকে ২ দ্বারা ভাগ অর্থাৎ অর্ধেক করিলে টেলষ্টক সেন্টারের অফ-সেটের পরিমাণ পাওয়া যাইবে।

উদাহরণ ১. :—৬ ইঞ্চি লম্বা একটি বস্তুর প্রতি ১৫ ইঞ্চিতে ১ ইঞ্চি টেপার কাটিতে হইলে টেলষ্টক সেন্টার কত সরাইতে হইবে?

সমাধান—১৫ ইঞ্চিতে ব্যাসের উপর টেপারের পরিমাণ ১ ইঞ্চি

$$\therefore 1 \text{ " " " " " } \frac{1}{15} \text{ ইঞ্চি}$$

$$\therefore 6 \text{ " " " " " } \frac{1}{15} \times 6 = 0.4 \text{ ইঞ্চি}$$

$$\therefore \text{টেলষ্টক সরাইতে হইবে} = 0.4 = 0.2 \text{ ইঞ্চি}$$

উদাহরণ ২. :—৯ ইঞ্চি লম্বা একটি বস্তুর ৬ ইঞ্চি পরিমাণ জায়গায় ১৫ ইঞ্চিতে ১ ইঞ্চি টেপার কাটিতে হইলে টেলষ্টক সেন্টার কত সরাইতে হইবে?

সমাধান—১৫ ইঞ্চিতে ব্যাসের উপর টেপারের পরিমাণ ১ ইঞ্চি

$$1 \text{ " " " " " } \frac{1}{15} \text{ ইঞ্চি}$$

$$9 \text{ " " " " " } \frac{1}{15} = 0.6 \text{ ইঞ্চি}$$

$$\therefore \text{টেলষ্টক সরাইতে হইবে} = 0.6 = 0.3 \text{ ইঞ্চি}$$

উদাহরণ ৩. ৩০ সেন্টিমিটারে ১০ মিলিমিটার টেপার। টেপার অংশের দৈর্ঘ্য ৫০ মিলিমিটার ও সম্পূর্ণ অবের দৈর্ঘ্য ১০০ মিলিমিটার। টেলষ্টক কতটা সরাইতে হইবে?

সমাধান—৩০ সেন্টিমিটার বা ৩০০ মিলিমিটারে টেপার ১০ মিলিমিটার

$$\text{বা} \quad 1 \text{ " " " } \frac{10}{300} \text{ " "}$$

$$\text{বা} \quad 100 \text{ " " " } \frac{10 \times 100}{300} \text{ " "}$$

$$= 3.33 \text{ " "}$$

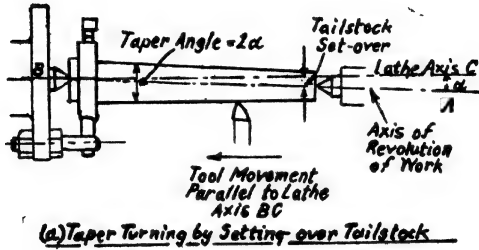
(খ) ফুট প্রতি টেপারের পরিমাণ দেওয়া থাকিলে টেলষ্টক অফ-সেটের পরিমাণ কিরূপে বাহির করিতে হয়?

ফুট প্রতি টেপারের পরিমাণকে ১২ দ্বারা ভাগ করিয়া ভাগফলকে সম্পূর্ণ মালটি (কেবলমাত্র টেপার অংশ নহে) যত ইঞ্চি লম্বা সেই সংখ্যা দ্বারা গুন ও পরে ২ দ্বারা ভাগ করিলে অফ-সেটের পরিমাণ পাওয়া যাইবে।

উদাহরণ ১. :—প্রতি ফুটে $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি টেপার কাটিতে হইলে ১০ $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি লম্বা বস্তুর ক্ষেত্রে টেলষ্টক কতটা সরাইতে হইবে?

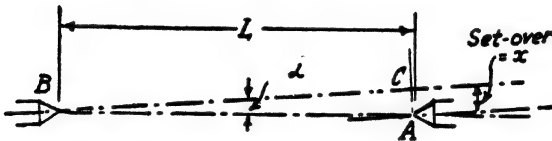
সমাধান— 12 ইঞ্চিতে টেপার $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি
 $\therefore 1$ " " $\frac{1}{12} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{48}$ ইঞ্চি
 $\therefore 10\frac{1}{2} = 21$ " " $\frac{1}{2} \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{96} = \frac{1}{48}$ ইঞ্চি
 হুতরাং টেলষ্টক সরাইতে হইবে $\frac{1}{4} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{48}$ ইঞ্চি।

(গ) অন্তর্ভূত কোণ দেওয়া থাকিলে টেলষ্টকের অক-সেটের পরিমাণ কিরূপে বাহির করিতে হয় ?



৫৫ নং চিত্র

যখন টেপারের অন্তর্ভূত কোণ (Included Angle) দেওয়া থাকে তখন টেলষ্টক সেন্টারকে একুপভাবে সরাইতে হয় যাহাতে হেডষ্টক সেন্টার ও টেলষ্টক সেন্টারের সংযোজক সরলরেখা প্রদত্ত কোণের অর্ধেক হয়। ৫৬ নং চিত্রে মনে কর L = বস্তুর দৈর্ঘ্য ; X = টেলষ্টক সেন্টারকে সরানোর পরিমাণ



৫৬ নং চিত্র

এবং 2α = টেপারের অন্তর্ভূত কোণ, $\therefore \angle ABC = \alpha$

$$\therefore \frac{X}{AB} = \frac{AC}{AB} = \sin \alpha \text{ অর্থাৎ } X = AC = AB \sin \alpha = L \sin \alpha$$

সূত্র :— অক-সেট = বস্তুর দৈর্ঘ্য \times সাইন $\left(\frac{\text{অন্তর্ভূত কোণ}}{2} \right)$

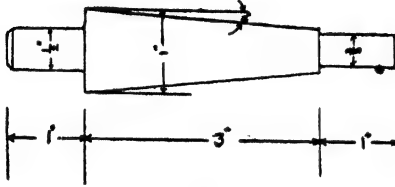
উদাহরণ 1. :— 12 ইঞ্চি লম্বা বস্তুতে 6° টেপার কাটিতে হইলে টেলষ্টক সেন্টার কতটা সরাইতে হইবে ?

সমাধান— এখানে $AB=12$ ইঞ্চি, $\alpha=3^\circ$

$\therefore AC = \text{টেলস্টক সরানোর পরিমাণ (Tailstock set over)}$

$$= 12 \times \sin 3^\circ = 12 \times 0.0523 = 0.628 \text{ ইঞ্চি।}$$

উদাহরণ ২. নিম্নের নম্বর মালটির টেপার অংশ টার্নিং করিতে টেলস্টক কতটা অফ-সেট করিতে হইবে?



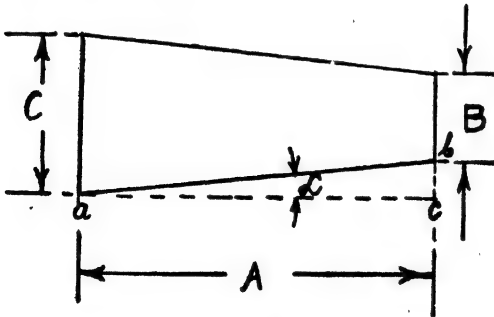
৫৭ নং চিত্র

সমাধান— সম্পূর্ণ মালটির দৈর্ঘ্য $= 1'' + 3'' + 1'' = 5''$

$$\therefore \text{অফ-সেট} = 5 \times \sin 3^\circ = 5 \times 0.0523 = 0.2615 \text{ ইঞ্চি।}$$

টেপারের বৃহত্তর ব্যাস, ক্ষুদ্রতর ব্যাস, টেপারের দৈর্ঘ্য ও পুরা জবটির দৈর্ঘ্য দেওয়া থাকিলে কিরূপে টেপার অ্যাঙ্গল ও টেলস্টক অফ-সেট বাহির করিতে হয়?

কোন কোন সময় অন্তর্ভুক্ত কোণের পরিবর্তে বড় ব্যাস, ছোট ব্যাস, টেপার অংশের দৈর্ঘ্য এবং পুরা মালের দৈর্ঘ্য দেওয়া থাকে। তখন নিম্নলিখিত উপায়ে টেপার অ্যাঙ্গল ও অফসেট বাহির করিতে হয়।



৫৮ নং চিত্র

মনে করা যাক, উপরের চিত্রে $C = \text{বড় ব্যাস}$, $B = \text{ছোট ব্যাস}$, $A = \text{টেপার অংশের দৈর্ঘ্য}$ এবং $L = \text{টেপার কোণ}$ । তাহা হইলে,

$$\tan \alpha = \frac{bc}{ac} = \frac{\frac{C-B}{2}}{A} = \frac{C-B}{2 \times A}$$

$$\text{সূত্র : } \tan \alpha = \frac{\text{বড় ব্যাস} - \text{ছোট ব্যাস}}{2 \times \text{টেপার অংশের দৈর্ঘ্য}}$$

$$\text{অফ-সেট} = \frac{\text{বড় ব্যাস} - \text{ছোট ব্যাস}}{2 \times \text{টেপার অংশের দৈর্ঘ্য}} \times \text{পুরা জবের দৈর্ঘ্য}$$

উদাহরণ ১ :—বড় ব্যাস $1\frac{1}{8}$ ইঞ্চি, ছোট ব্যাস $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি এবং '75 ইঞ্চি প্রতি ফুটে টেপার হইলে টেপার কোণ কত হইবে ?

সমাধান—প্রথম পদ্ধতি : '75 ইঞ্চি টেপার 1 ফুটে অর্থাৎ 12 ইঞ্চিতে

$$\therefore 1 \text{ ,, ,, } \frac{1}{2} \text{ ইঞ্চিতে}$$

$$\therefore (1\frac{1}{8} - \frac{1}{2}) = \frac{1}{4} \text{ ,, ,, } \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \text{ ইঞ্চিতে}$$

$$= \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16} \text{ ইঞ্চিতে}$$

$$\therefore \text{টেপার অংশের দৈর্ঘ্য} = 4 \text{ ইঞ্চি।}$$

এইবার উপরের সূত্র অনুযায়ী

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{\text{বড় ব্যাস} - \text{ছোট ব্যাস}}{2 \times \text{টেপার অংশের দৈর্ঘ্য}} = \frac{1\frac{1}{8} - \frac{1}{2}}{2 \times 4} \\ &= -\frac{1}{8} = \frac{1}{32} = '0312 \therefore \alpha = 1^\circ - 48' \text{ (আন্দাজ)} \end{aligned}$$

দ্বিতীয় পদ্ধতি : প্রতি ফুটে ব্যাসের উপর টেপার '75 ইঞ্চি। স্তরায় ৫৮ নং চিত্র অনুযায়ী $bc = '7\frac{1}{2} = '375$ ইঞ্চি যখন $ac = 12$ ইঞ্চি

$$\tan \alpha = \frac{bc}{ac} = \frac{'375 \text{ ইঞ্চি}}{12 \text{ ইঞ্চি}} = '03125 \therefore \alpha = 1^\circ - 48' \text{ (আন্দাজ)}$$

এইবার টেলস্টক কতটা পরিমাণ সরাইলে টেপার অ্যাঙ্গল (৫৬ নং চিত্রের α) $1^\circ - 48'$ হইবে তাহা ৫৯ পৃষ্ঠার ১ নং উদাহরণ অনুযায়ী বাহির করিতে হইবে।

উদাহরণ ২. বৃহত্তর ব্যাস ২ ইঞ্চি, ক্ষুদ্রতর ব্যাস $1\frac{1}{2}$ ইঞ্চি, টেপার অংশের দৈর্ঘ্য ৪ ইঞ্চি, পুরা জবের দৈর্ঘ্য ৬ ইঞ্চি। অফ-সেট বাহির কর।

$$\text{অফ-সেট} = \frac{\text{বড় ব্যাস} - \text{ছোট ব্যাস}}{2 \times \text{টেপার অংশের দৈর্ঘ্য}} \times \text{সম্পূর্ণ জবের দৈর্ঘ্য}$$

$$= \frac{2 - 1\frac{1}{2}}{2 \times 4} \times 6 = \frac{\frac{1}{2}}{8} \times 6 = \frac{3}{4} \times \frac{1}{8} \times 6 = 0.5625 \text{ ইঞ্চি।}$$

টেলষ্টক সরাইয়া টেপার কাটিবার পদ্ধতি

উপরিউক্ত পদ্ধতিতে হিসাব করিয়া যাহা পাওয়া যাইবে প্রথমে টেলষ্টক সেন্টারটিকে যতদূর সম্ভব ততটা পরিমাণ সরাইয়া বস্তুটি যথারীতি কাটিতে হইবে। টেপারের ছোট দিকটি গেজে (Gauge) চুকিয়া গেলে বস্তুটি একবার পরীক্ষা করিয়া দেখিতে হইবে এবং কোন ফ্রাট থাকিলে টেলষ্টক সেন্টারকে অল্প একটু সরাইয়া ফ্রাট সংশোধন করিয়া লইতে হইবে।

টেলষ্টক সরাইয়া টেপার টার্নিং-এর ফ্রাট :—টেলষ্টক সেন্টারটি সরানর পর সেন্টারদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বেডের সহিত কোণ উৎপন্ন করিলেও সেন্টারদ্বয়ের প্রত্যেকটির অক্ষ লেদের অক্ষের সমান্তরালই থাকিয়া যায়। ইহার ফলে মালে যে 'সেন্টার হোল' করা থাকে টেপার টার্নিং-এর সময় মালটিকে আলে ঠিক তাহার বশে ধরা না যাওয়ায় সেন্টার হোলটি বিকৃত হইয়া যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। অবশ্য বল পয়েন্ট সেন্টার (৩১ নং চিত্রের E) ব্যবহার করিয়া ইহা দূর করা যায়। এই পদ্ধতিতে টেলষ্টক সেন্টার সরানর পরিমাণ বস্তুর দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে। হুতরাং বস্তুগুলির দৈর্ঘ্য একটু ছোট-বড় হইলে টেলষ্টককে প্রতিবার ঠিকমত সেট করিতে হইবে। এই পদ্ধতিতে একই টেপার অনেকগুলি কাটিতে হইলে প্রতিটি বস্তুর দৈর্ঘ্য এবং সেন্টার হোলের গভীরতা যাহাতে সমান হয় সেদিকে বিশেষ লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

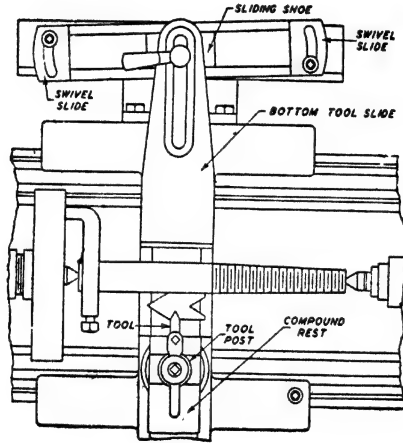
৪। রিয়ার (Reamer) দ্বারা :—সরু লম্বা টেপার হোল কাটিতে হইলে প্রথমে বোরিং টুলের সাহায্যে বোরটি রাফ (Rough) কাটিয়া লইতে হইবে, তাহার পর টেপার রিয়ার দ্বারা বোরটি ফিনিস করিতে হইবে।

৫। টেপার অ্যাটাচমেন্ট (Taper attachment)

টেপার অ্যাটাচমেন্ট ব্যবহারের সুবিধা :—টেপার অ্যাটাচমেন্টের দ্বারা টেপার টার্নিং ও টেপার বোরিং উভয় কাজই নিখুঁতরূপে করা যায়। ইহার দ্বারা টেপার কাটিলে টেলষ্টক সেন্টার সরাইতে হয় না এবং বস্তুর দৈর্ঘ্যের ডকাং হইলেও সেটিং বদলাইতে হয় না। ইহা ছাড়াও টেলষ্টক সেন্টার সরাইয়া যত ডিগ্রী পর্যন্ত টেপার কাটা যায় ইহা দ্বারা তাহা অপেক্ষা অনেক বেশী টেপার কাটা সম্ভব।

টেপার অ্যাটাচমেন্ট কিরূপে কাজ করে?

টেপার অ্যাটাচমেন্ট (৫৯ নং চিত্র) সুইয়িভেল স্লাইড (Swivel Slide), স্লাইডিং শূ (Sliding Shoe) ও টুল স্লাইড (Tool Slide) লইয়া গঠিত। টেপার কাটিবার সময় সুইয়িভেল স্লাইডটি লেদের পিছনদিকে বোল্ট দ্বারা আটকান হয়। সুইয়িভেল স্লাইডের উপর একরূপভাবে পথ কাটা থাকে যাহাতে স্লাইডিং শূ ইহার উপর যাতায়াত করিতে পারে। স্লাইডিং শূ-কে ক্যারেজের ক্রশ ফিড স্লাইডের সহিত একটি স্লাইড দ্বারা যুক্ত করা হয়।

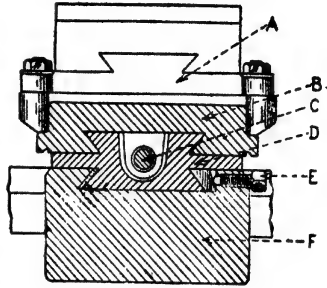


৫৯ নং চিত্র

সুইয়িভেলিং স্লাইডটির একপ্রান্তে ডিগ্রীর মাপ করা থাকে। টেপার কাটিবার সময় সুইয়িভেলিং স্লাইডটিকে ডিগ্রীর মাপ দেখিয়া প্রদত্ত কোণে বাধিতে হয় এবং ক্রশ ফিড স্লাইডটিকে আলগা করিয়া দিতে হয়। ক্রশ ফিড জুটি যে নাটের মধ্যে ঘোরে সেই নাটটি একটি বোল্ট দ্বারা ক্রশ স্লাইডে আঁটা থাকে। এই বোল্টটি খুলিয়া দিলে ক্রশ স্লাইড আলগা হইয়া যায়।

ক্যারেজটিকে যখন বেডের উপর চালিত করা হয় তখন বাটালিটি সুইয়িভেলিং স্লাইডের বশে সম্মুখে ও পিছনে যাতায়াত করে এবং ইহার ফলে টেপার কাটা হয়।

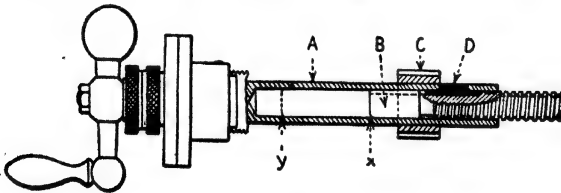
ক্রশ ফিড জু নাটটি বার বার খোলা এবং আটকান অস্থবিধাজনক। সেই জন্ত কোন কোন মেশিনে শ্রাড্‌ল ও ক্রশ স্লাইডের মাঝে আর একটি স্লাইডের ব্যবস্থা থাকে। মধ্যবর্তী স্লাইডকে টেপার স্লাইড বলে। ক্রশ স্লাইডটি টেপার স্লাইডের উপর ইচ্ছামত জায়গায় আটকাইয়া রাখিবার জন্ত লক করিবার ব্যবস্থা থাকে। এইটি খুলিয়া দিলে ক্রশ স্লাইডটি হাতে টেলিয়া আগান পিছান যায়। প্লেন টার্নিং-এর সময় এই লকটি আটকাইয়া রাখা হয়। টেপার টার্নিং-এর সময় এই লকটি খুলিয়া দেওয়া হয়। ফলে ক্রশ ফিড জুর নাটটি আলগা না করিয়াও ক্রশ স্লাইডটি টেপার অ্যাটাচমেন্টের বশে আগান পিছান যায়।



৬০ নং চিত্র

৬০ নং চিত্র—F=শ্রাড্‌ল B=ক্রশ স্লাইড, D=টেপার স্লাইড। প্লেন টার্নিং-এর সময় জু E টাইট দেওয়া থাকে। ফলে, B, D-এর উপর বাতায়ত করে। টেপার টার্নিং-এর সময় জু E-কে আলগা করিয়া B কে D-এর সহিত আটকাইয়া (Lock) উভয়কে একসাথে শ্রাড্‌লের উপর বাতায়ত করান হয় এবং টেপার স্লাইড D-কে স্লাইডিং হু-এর সহিত যুক্ত করিয়া উহার গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

টেলিস্কোপিক টেপার অ্যাটাচমেন্ট (Telescopic Taper Attachment)—এই প্রকার অ্যাটাচমেন্টে ক্রশ স্লাইডটি স্লাইডিং হু-এর



৬১ নং চিত্র

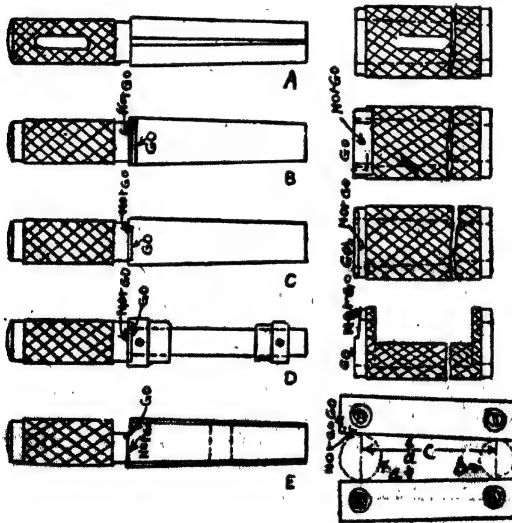
টেলিস্কোপিক ফিড জু—ক্রশফিড জু B, স্লাইড A-এর ভিতর ঢুকিয়া যায়। ফিড জুটি বর্ধিত হইয়া স্লাইডিং হু-এর সহিত যুক্ত থাকে। ইহার ফলে টেপার অ্যাটাচমেন্টের বশে ক্রশ স্লাইডটি বাতায়ত করে। x এবং y সরলরেখা টেপারের ক্ষুদ্রতর ব্যাস ও বৃহত্তর ব্যাস কাটিবার সময় ফিড জু কিরূপ অবস্থানে থাকে তাহা দেখাইতেছে। যে কোন অবস্থানেই ক্রশ স্লাইডটি বাতায়িক ভাবে চলান যায়। কারণ, D চাপিটি ক্রশ ফিড জুর চাপির বাজি আটকান থাকায় উহা ক্রশফিড জুকে বোয়ান। ফলে, ক্রশ স্লাইডটি বাতায়ত করে।

সহিত বৃদ্ধ না করিয়া ক্রশ ফিড ক্রকে স্লাইডিং স্ক-এর সহিত বৃদ্ধ করা হয়। ক্রশ ফিড ক্র টেলিফোনিক ব্যবস্থা বৃদ্ধ হয় অর্থাৎ ক্রশ ফিড ক্রটি লম্বায় ছোট বড় হইতে পারে (৬১ নং চিত্র)। ফলে, ক্রশ ফিড ক্রকে আলগা না করিলেও স্লিভেল স্লাইডের বশে ক্রশ স্লাইড আগাইতে পিছাইতে পারে।

পাঠকবর্গের স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, টেপার টাণিং-এর সময় বাটালিটি সকল সময় ঠিক সেন্টারে বাধিতে হইবে। তাহা না হইলে প্রতিবার কোপ দেওয়ার সঙ্গে টেপার কোণ পরিবর্তিত হইবে।

টেপার মাপিতে সাধারণতঃ কত রকমের লিমিট গেজ ব্যবহৃত হয়?

৬২ (A) নং চিত্রে প্রদর্শিত টেপার প্লাগ (Taper Plug) ও রিং গেজ (Ring Gage) কেবলমাত্র টেপারের পরিমাণ ঠিক হইয়াছে কিনা মাপিতে

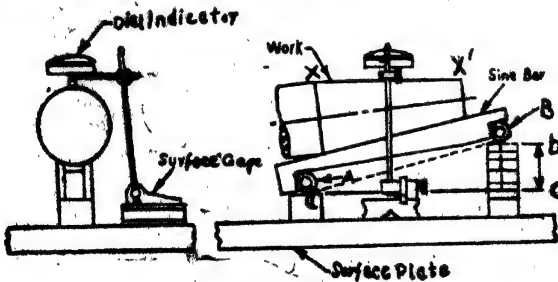


৬২ নং চিত্র

ব্যবহৃত হয়। কিন্তু ইহা দ্বারা বৃহত্তর ব্যাস বা ক্ষুদ্রতর ব্যাসের মাপ ঠিক হইয়াছে কিনা বুঝিতে পারা যায় না। B নং ও C নং চিত্রে প্রদর্শিত প্লাগ ও রিং গেজে গো (Go) অর্থাৎ প্রবেশ এক নট গো (Not Go) অর্থাৎ

অ-প্রবেশের ছুটি চিহ্ন থাকে। ইহার ফলে টেপারের ব্যাস নির্দিষ্ট টলারেন্সের মধ্যে থাকে।

D-তে প্রদর্শিত লিমিট প্রাণ ও রিং গেজে দুই দিকে দুইটি নিখুঁত টেপারের বৃশ (Bush) থাকে। ফলে, টেপারটি সমস্ত গায়ে না ধরিয়া কেবল মাত্র দুই প্রান্তে ধরে। এই প্রকার গেজে ফিট হইয়াছে কিনা বুঝিবার জন্য প্রসিয়ান ব্লু, কার্বন পেপার বা ঐ জাতীয় কোন কিছুর দাগ লাগাইবার প্রয়োজন হয় না; বস্তুটি (রিং গেজের কেন্দ্রে) বা প্রাণটি (টেপার হোল পরীক্ষার সময়) পার্শ্বের দিকে নড়ে কিনা দেখিয়া বুঝিতে পারা যায় টেপার ঠিক হইয়াছে কি না। প্রাণ গেজ ব্যবহারের সময় (বিশেষ করিয়া টেপার অ্যাক্সল কম হইলে) অনেক সময় প্রাণটি হোলের মধ্যে আটকাইয়া বাইতে দেখা যায়। D নং চিত্রে প্রদর্শিত গেজ-ব্যবহার করিলে এই অসুবিধা হয় না। কিন্তু এই সকল কাজে, বিশেষ করিয়া গর্তটি যখন পাচার নহে, তখন ৬২ (E) নং চিত্রে প্রদর্শিত গেজ ব্যবহার করিলে, সর্বাপেক্ষা ভাল ফল পাওয়া যায়। এই প্রকার গেজের দুই পার্শ্বে স্ফাট করা। ফলে, ইহার মধ্য দিয়া বাতাস গর্তের ভিতর প্রবেশ করিতে পারে বলিয়া, প্রাণটি গর্তে আটকাইয়া যায় না। তবে এই প্রকার প্রাণ ল্যাপিং (Lapping) করিতে অসুবিধা হয়। ৬২ (E) নং চিত্রের ডানদিকে অবস্থিত গেজের a এবং b চাকতি দুইটি কেন্দ্রকে হিসাব মাকি দূরত্বে বসাইয়া এবং উহাদের দুই পার্শ্বে দুইটি সিঁচা পার্শ্ব বিশিষ্ট বস্তু বসাইয়া নিখুঁতভাবে টেপার মাপা যায়।



৬০ নং চিত্র

টেপার কিভাবে পরীক্ষা করা হয়?

ক। সাইন বার পদ্ধতি (The Sine bar method) — (৬০ নং চিত্র)
সাইন বার যদি ঠিকমত সেট হয়, তাহা হইলে X এবং X'-এ

ইনডিকেটারে একই রিডিং (Reading) হইবে অর্থাৎ একই রাপ নির্দেশ করিবে।

উদাহরণ— $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি টুইট ড্রিলে শাঙ্ক (Shank) 1 নম্বর বোর্স টেপার কাটিতে হইবে।

প্রথম পদ্ধতি—৬৩নং চিত্রে $bc = \frac{bc}{ab} \times ab = \text{সাইন } \angle bac \times ab$

= টেপারের অন্তর্ভূত কোণের সাইন \times সাইন বারের দৈর্ঘ্য।

সুতরাং bc উচ্চতা পাইতে হইলে, টেপারের অন্তর্ভূত কোণ জানা প্রয়োজন। প্রতিফুট টেপারকে ২৪ দ্বারা ভাগ করিলে যে ভাগফল হইবে, তাহা কত ডিগ্রী ট্যানজেন্টের মান দেখিলে টেপারের অন্তর্ভূত কোণের অর্ধেক পাওয়া যাইবে। টেপারের এক পার্শ্বের কোণ অর্থাৎ অন্তর্ভূত কোণের অর্ধেককে ২ দ্বারা গুণ করিলে টেপারের অন্তর্ভূত কোণ পাওয়া যায়।

সুতরাং A এবং B প্রাগ দুইটির উচ্চতার তফাৎ পাইতে হইলে নিম্নোক্ত তিন ধাপে উহা বাহির করিতে হইবে—

প্রথম ধাপ $\frac{\text{ফুট প্রতি টেপার}}{24} = \text{টেপারের অন্তর্ভূত কোণের অর্ধেকের}$
অর্থাৎ টেপারের এক পার্শ্বের কোণের ট্যানজেন্ট। টেপারের অন্তর্ভূত কোণের অর্ধেক $\times 2 =$ টেপারের অন্তর্ভূত কোণ।

দ্বিতীয় ধাপ—টেপারের অন্তর্ভূত কোণের সাইনের মান (Value)।

তৃতীয় ধাপ—টেপারের অন্তর্ভূত কোণের সাইনের মান \times সাইন বারের দৈর্ঘ্য।

আলোচ্যমান উদাহরণে প্রতি ফুটে টেপার 0'600 ইঞ্চি। (1 নং বোর্স টেপারের প্রতি ফুটে টেপার উহাই) এবং সাইন বারের দৈর্ঘ্য 5 ইঞ্চি ধরিলে A এবং B প্রাগ দুইটির উচ্চতার তফাৎ দাঁড়ায়—

$$\frac{\text{প্রতি ফুটে টেপার}}{24} = \frac{0'600}{24} = 0'025 \text{ ইঞ্চি} \parallel \text{ট্যানি } 1^\circ - 28' = 0'025$$

$$1^\circ - 28' \times 2 = 2^\circ - 52' \quad \text{সাইন } 2^\circ - 52' = 0'050$$

$$\text{টেপারের অন্তর্ভূত কোণের সাইনের মান} \times \text{সাইন বারের দৈর্ঘ্য} = 0'050 \times 5 = 250$$

A এবং B প্রাগ দুইটির উচ্চতার তফাৎ $= bc = 250$ ইঞ্চি।

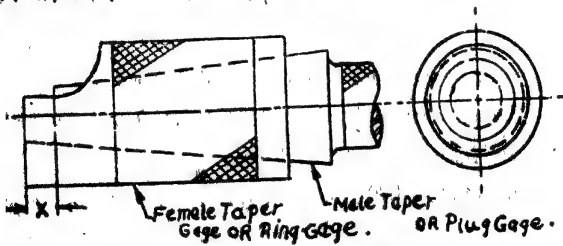
দ্বিতীয় পদ্ধতি—একি ফুটের টেপারকে ১২ দ্বারা ভাগ করিয়া ভাগফলকে সাইন বারের দৈর্ঘ্য দ্বারা গুণ করিতে হইবে।

$$\text{সূত্র : সাইন বারের দুই প্রান্তের উচ্চতার তফাৎ} \\ = \frac{\text{প্রতি ফুটের টেপার}}{12} \times \text{সাইন বারের দৈর্ঘ্য।}$$

$$\text{আলোচ্যমান উদাহরণে } 60 = \frac{0.600}{12} \times 5 = .250 \text{ ইঞ্চি।}$$

খ। মাস্টার টেপার গেজ (The Master Taper Gage)—মেল (Male) বা ফিমেল (Female) মাস্টার টেপার গেজ টেপারের পরিমাণ এবং টেপারের মাপ পরীক্ষা করিতে ব্যবহৃত হয়। টেপার প্রাণের লম্বা দিকে তিন জায়গায় প্রুসিয়ান ব্লু (Prussian Blue) বা খড়ির দাগ দেওয়া হয় এবং যে টেপার হোলটি কাটা হইতেছে উহার মধ্যে বসাইয়া প্রাগটি ঘোরান হয়। টেপার যদি ঠিক কাটা হয় তাহা হইলে ব্লু বা চকের দাগ হইতে বুঝিতে পারা যাইবে প্রাগটি দৈর্ঘ্য বরাবর সমান ভাবে হোলটি স্পর্শ করিয়াছে। যদি টেপার ঠিক না হয় তাহা হইলে যে দিক কম কাটিয়াছে সেই দিকের দাগ উঠিয়া যাইবে। তখন মেশিনের টেপার অ্যাক্সল পুনরায় সেট করিতে হইবে। এই ভাবে পরীক্ষা করিয়া ফিনিস (Finish) অর্থাৎ শেষ কোণ দিবার পূর্বে মেশিনের টেপার অ্যাক্সল সেট করিতে হইবে।

যখন রিং গেজ সাহায্যে কোন টেপার পরীক্ষা করা হয়, তখন সাবধান হইতে হইবে যাহাতে বেশী চাপ না লাগে। কারণ, তাহা না হইলে গেজে আচড় পড়িয়া যাইবে ও গেজের নিখুঁত নষ্ট হইয়া যাইবে।



৬০ নং চিত্র—মাস্টার টেপার গেজ

মাস্টার গেজ সাহায্যে টেপারের মাপ নির্ণয় করা বলিতে টেপার অংশ হইতে কতটা দূর কাটিতে হইবে, তাহা নির্ণয় করা বোঝায়। টেপার অংশ হইলি একটি অংশটির মধ্যে কতটা প্রবেশ করিবে, সেই দূরত্ব দ্বারা ইহা নির্ণয় করা

হয়। উদাহরণ স্বরূপ ধরা যাক একটি ৩ নম্বর মোর্স টেপার প্রাণ টাণিং করিতে হইবে, যাহাতে গ্রাইডিং-এ কিনিম করিবার উদ্দেশ্যে ০'০১৫ (পনের হাজার) ইঞ্চি মাল রাখিয়া দিতে হইবে। টেপার প্রাণটি কিনিম মাপে টাণি করিলে প্রাণের ক্ষুদ্রতর ব্যাস রিং গেজের ক্ষুদ্রতর ব্যাসের সহিত মিলিয়া যাইত। কিন্তু এক্ষেত্রে পনের হাজার মাল গ্রাইডিং করিবার উদ্দেশ্যে রাখিয়া দেওয়ার জন্য রিং গেজের ক্ষুদ্রতর প্রান্ত হইতে কিছুদূরে আসিয়া আটকাইয়া যাইবে। কতদূরে আটকাইয়া যাইবে তাহা নিম্নোক্তরূপে বাহির করা যায়। ৩ নম্বর মোর্স টেপারের তালিকা দেখিলে দেখা যাইবে ইহা প্রতি ইঞ্চিতে ০'০৫০ ইঞ্চি টেপার।

০'০৫০ ইঞ্চি টেপার ১ ইঞ্চিতে

∴ ১ " " $\frac{1}{0.050}$ ইঞ্চিতে

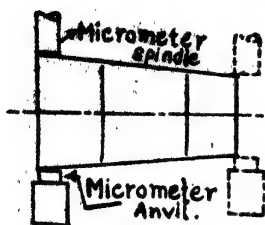
∴ ০'০১৫ " " $\frac{0.015}{0.050} = \frac{3}{10} = 0.300$ ইঞ্চিতে।

সুতরাং প্রাণটি রিং গেজের ক্ষুদ্রতর প্রান্ত হইতে ০'৩০০ ইঞ্চি অর্থাৎ প্রায় $\frac{3}{10}$ ইঞ্চি দূরে আটকাইয়া যাইবে।

যদি খানিকটা টেপার কাটিবার পর নির্ণয় করিতে হয় আর কতটা মাপ কাটিতে হইবে, তাহা হইলে ক্ষুদ্রতর প্রান্তের বর্তমান মাপ হইতে ক্ষুদ্রতর প্রান্তের কিনিম মাপ বিয়োগ দিয়া, বিয়োগফলকে ২ দ্বারা ভাগ দিলে উহা পাওয়া যাইবে। উদাহরণ স্বরূপ ৩ নম্বর মোর্স টেপারের ক্ষুদ্রতর প্রান্তের মাপ ০'৭৭৮। এখন যদি দেখা যায় প্রাণের ক্ষুদ্রতর প্রান্তের বর্তমান মাপ ০'৮০৭ এবং গ্রাইডিং উদ্দেশ্যে উহাকে ০'০১৫ ইঞ্চি বড় রাখিতে হইবে অর্থাৎ উহার কিনিম মাপ $(0.778 + 0.015) = 0.793$ ইঞ্চি করিতে হইবে, তাহা হইলে

$$\frac{0.807 - 0.793}{2} = \frac{0.014}{2} = 0.007 \text{ ইঞ্চি আরও কোপ দিতে হইবে।}$$

৩. রাইজকোমিটার সাহায্যে—পূর্ব বর্ণিত পদ্ধতি দুইটির দ্বারা এই পদ্ধতিতে টেপারের মাপ ভুলভাবে লওয়া যায় না। এই পদ্ধতিতে ক্ষুদ্রতর

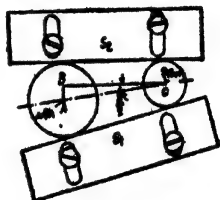


৬৫ নং চিত্র

এক ক্ষুদ্রতর প্রান্তের মাপ বাহির করিয়া মাইক্রোমিটারের সাহায্যে উহা মাপা হয়। এই পদ্ধতিতে লক্ষ্য রাখিতে হইবে, মাইক্রোমিটারের এনভিল (Anvil) ও স্পিণ্ডল বস্তুটিকে যে দুই বিন্দুতে স্পর্শ করে সেই দুই বিন্দুর সংযোজক সরল রেখা যেন বস্তুটির অক্ষের সহিত লম্ব হয়।

৬। দুইটি চাকতি ও সোজা পার্শ্ববিশিষ্ট দুইটি রেডের সাহায্যে—

৬২ নং চিত্রে A-এর ডান পার্শ্বে অবস্থিত গেজের দ্বারা বেশিতে গেজের সাহায্যে নিখুঁতভাবে টেম্পার মাপা হয়। রেড দুইটি হিসাবমাত্তিক দূরত্বে অবস্থিত চাকতি দুইটির গারে লাগাইয়া টেম্পার কোণে সেট করা হয়।



৬৬ নং চিত্র

৬৩ নং চিত্রে বামদিকের চাকতিটির ব্যাস D_1 ও ব্যাসার্ধ R_1 ; ডানদিকের

চাকতিটির ব্যাস D_2 ও ব্যাসার্ধ R_2 এবং BC, S₂-এর সমান্তরাল।

$$\angle ACB = \frac{\text{রেড দুইটির অন্তর্ভূত কোণ}}{2} = \frac{\text{টেম্পারের অন্তর্ভূত কোণ}}{2} = \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{AB}{AC} = \sin \frac{\alpha}{2} \text{ কিন্তু } AB = R_1 - R_2 \text{ এবং } AC = \text{চাকতি দুইটির কেন্দ্রের}$$

$$\text{দূরত্ব।} \quad \text{সুতরাং} \quad \frac{R_1 - R_2}{\text{কেন্দ্র দুইটির দূরত্ব}} = \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{অর্থাৎ কেন্দ্র দুইটির দূরত্ব} = \frac{R_1 - R_2}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{D_1 - D_2}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

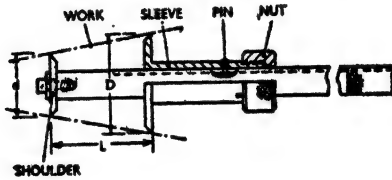
কোণ $\frac{\alpha}{2}$ নিরসিষিভাবে বাহির করা যায়—

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{\text{প্রতি ফুটে টেম্পার}}{24}$$

উপরোক্ত হিসাব হইতে আমরা বেশিতে পাই চাকতি দুইটির কেন্দ্রের দূরত্ব বাহির করিতে হইবে, এখন সে প্রতি ফুটের টেম্পারকে ২৪ দ্বারা

ভাগ করিয়া ভাগকল কত ডিগ্রী ট্যানজেন্টের মান তাহা ত্রিকোণ-
মিত্রির তালিকা হইতে দেখিতে হইবে। পরে তত ডিগ্রী সাইবের
বা মান (Value) তাহাকে হই দ্বারা গুণ করিয়া গুণকল দ্বারা চাক্তি
হইতির ব্যাসের বিরোধকলকে ভাগ দিতে হইবে।

৩। অ্যাড্‌জাস্টেবল টেপার হোল গেজ (Adjustable tapered
hole gage) — (৬৭ নং চিত্র)। একটি নিখুঁত মাপে গ্রাইডিং করা সিলিন্ড্রি-



৬৭ নং চিত্র

ক্যাল (বেলনাকৃতি) রডের এক প্রান্তের অল্প একটু জায়গা অপেক্ষাকৃত
কম ব্যাসের হয়। ইহার ফলে যে ধাপের সৃষ্টি হয় উহার গায় একটি চাক্তি
নাট দ্বারা আটকান থাকে। চাক্তির বাহিরের পরিধি টেপারে কাটা থাকে।
সিলিন্ড্রিক্যাল রডের বৃহত্তর ব্যাসে একটি বৃহত্তর ব্যাসবিশিষ্ট চাক্তি (যাহা
সিলিন্ড্রিক্যাল রডের বড় ব্যাসের উপর স্লাইড (Slide) অর্থাৎ বাতায়ান্ড
করিতে পারে এরূপ স্লাইডের (sleeve) অংশবিশেষ) থাকে। বাতায়ান্ডের
উদ্দেশ্যে স্লাইড ও রডের মধ্যে যে স্ক্রায়বেল অর্থাৎ ফাঁক থাকে তাহা বতদূর
সম্ভব কম রাখা হয়, বাহাতে চাক্তিটি রডের উপর হেলিয়া না গিয়া
সকল সময় খাড়া অর্থাৎ লম্বভাবে থাকে। শেষোক্ত চাক্তিটিরও পরিধি
টেপারে কাটা থাকে এক ইহাকে আগাইয়া পিছাইয়া বিভিন্ন টেপারের হোল
মাপা যায়।

গেজটি নিম্নোক্তভাবে ব্যবহার করিতে হয়—

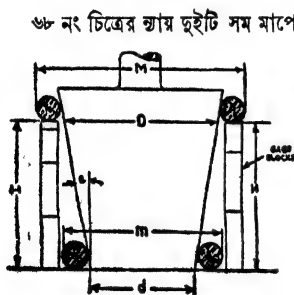
গেজটি টেপার হোলের মধ্যে এরূপ ভাবে ঢুকাইতে হয়, বাহাতে ছোট
চাক্তিটির সম্পূর্ণ পরিধি, হোলের সম্পর্কে আসে। গেজটি এই অবস্থায় রাখিয়া
বড় চাক্তিটি রডের উপর দিয়া আনিয়া অল্পরূপভাবে হোলের সম্পর্ক অন্তরিত
হয়। স্লাইডের এক প্রান্তে অবস্থিত একটি নাটের সাহায্যে চাক্তিটিকে এই
অবস্থায় আটকাইয়া রাখা হয়। স্লাইডের যে প্রান্তে নাট থাকে এই প্রান্ত ঢেঁদা
থাকে এবং বৃথের নিকটে টেপার কাটা থাকে। নাটেরও সিঁহনদিকে টেপার

কাটা থাকে। নাটটি চাইট দিলে নাটের টেপার অংশ স্লীভটিকে চাপিয়া ধরে এবং স্লীভটি চেঁরা থাকায় উহা স্থিৎ করিয়া রডের গায়ে চাপিয়া বসিয়া যায়। স্লীভটি বাহ্যতে ঘুরিয়া না যায় তজ্জন্য একটি পিন থাকে।

গেজটি এইবার বাহির করিয়া লইয়া দুইটি চাকতির ব্যাসের বিয়োগফলকে দুইটি চাকতির দূরত্ব দ্বারা ভাগ দিলে টেপারের হার (Rate of taper) জানিতে পারা যাইবে। উদাহরণ স্বরূপ যদি বড় চাকতির ব্যাস ২ ইঞ্চি, ছোট চাকতির ব্যাস ১ ইঞ্চি ও দুইটি চাকতির দূরত্ব ৩ ইঞ্চি হয়, তাহা হইলে প্রতি ইঞ্চিতে $\left(\frac{2-1}{3}\right) = \frac{1}{3} = 0.33$ ইঞ্চি টেপার হইবে।

টেপার প্লাগের প্রতি ফুটে টেপার কিরূপে পরীক্ষা করা হয় ?

দুইটি চাকতি ও সোজা পার্শ্ব (Edge) বিশিষ্ট দুইটি রডের সাহায্যে কিরূপে ফুট প্রতি টেপার বাহির করা যায় তাহা পূর্বেই বর্ণনা করা হইয়াছে। এখানে আর একটি পদ্ধতি বর্ণনা করা হইবে।



৬৮ নং চিত্র

৬৮ নং চিত্রের দ্বারা দুইটি সম মাপের সিলিন্ড্রিক্যাল রোলারের (ষ্টেট শ্রাক ড্রিলের শ্রাক বা ঐ ধরনের কোন জিনিস) উপর ক্ষুদ্রতর ও বৃহত্তর প্রান্তের নিকট মাপ লইতে হইবে। যে দুই জায়গায় মাপ লওয়া হয় উহাদের মধ্যে দূরত্ব নিখুঁতভাবে নির্মিত গেজ ব্লক সাহায্যে নিখুঁত ভাবে বাহির করা যায়। যখন M এবং m-এর মাপ এবং যে দুই জায়গায় মাপ লওয়া

হইয়াছে উহাদের মধ্যে দূরত্ব (এক্ষেত্রে H) জানা থাকে, তখন নিম্নলিখিত ভাবে প্রতি ফুটের টেপার বাহির করা চলে।

M-এর মাপ হইতে m-এর মাপ বিয়োগ করিয়া বিয়োগফলকে যে দুই জায়গায় মাপ লওয়া হইয়াছে তাহার দূরত্ব (এক্ষেত্রে H) দ্বারা ভাগ দিয়া ভাগফলকে 12 দ্বারা গুণ করিলে ফুট প্রতি টেপার পাওয়া যাইবে। উদাহরণ স্বরূপ ধরাযাক M=2.75 ইঞ্চি, m=1.25 ইঞ্চি এবং H=4 ইঞ্চি। তাহা হইলে

ফুট প্রতি টেপার = $(2.75 - 1.25) \times \frac{1}{4} = 1.50 \times \frac{1}{4} = 4.5$ ইঞ্চি

টেপার প্রাগ পরীক্ষার সময় সিলিন্ড্রিক্যাল রোলারের উপর মাপ কিরূপে নির্ণয় করা হয়?

M এর মাপ (৬৮ নং চিত্র) বা D এর মাপ নিম্নলিখিত সূত্র দুইটি সাহায্যে বাহির করা যায়—

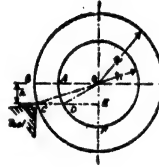
$$(1) M = D + W [1 + \cot \frac{1}{2} (90 - \alpha)]$$

$$(2) D = M - W [1 + \cot \frac{1}{2} (90 - \alpha)]$$

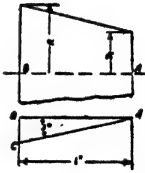
টেপার টার্নিং-এর সময় বাটালিটি ঠিক সেন্টার করা না হইলে ক'ক হয়?

৬৯ নং চিত্রের যেও ডিউ-এ (৬৯-ক) AB জবের মোট টেপারের অর্ধেক বোঝাইতেছে। সুতরাং বাটালিটি যদি ঠিক সেন্টারে বাঁধা হয়, তাহা হইলে উহা A হইতে

Bতে যাইতে AB দূরত্ব পিছাইয়া আসিবে। কিন্তু বাটালিটি যদি সেন্টার হইতে h দূরত্ব নীচে বাঁধা হয়, তাহা হইলে বাটালিটি ঐ টেপারটি কাটিতে DC দূরত্ব পিছাইয়া আসিবে।



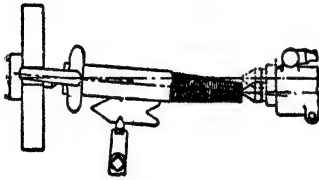
৬৯ (ক) নং চিত্র



৬৯ (খ) নং চিত্র

DC, AB অপেক্ষা বড়। সুতরাং

বাটালিটি যদি h দূরত্ব নীচে বাঁধা যায় এবং জবটির সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য টার্নিং করার সময় AB-এর সমান দূরত্ব পিছাইয়া আসে, তাহা হইলে উহা টেপারের



৭০ নং চিত্র

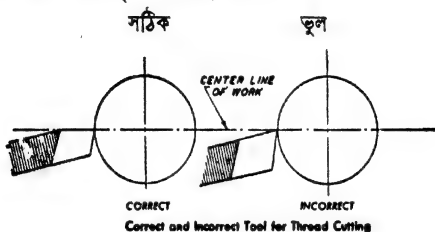
বৃহত্তর প্রান্ত বেলী কাটিবে অর্থাৎ টেপারের বৃহত্তর প্রান্তের ব্যাস ছোট হইয়া যাইবে। ফলে, টেপারের অ্যান্গল পূর্বের অ্যান্গল অপেক্ষা কমিয়া যাইবে। এই

দুই টেপারের মধ্যে অ্যান্গলের

তফাৎ প্রকৃতপক্ষে কতটা হইবে তাহা টেপারের পরিমাণ, বৃহত্তর বা ক্ষুদ্রতর প্রান্তের যে কোন একটি ব্যাস এবং বাটালিটি কতটা নীচে বাঁধা হইয়াছে জানা থাকিলে বাহির করা যায়। পরের পৃষ্ঠার উদাহরণটি লক্ষ্য করিলে উহা বুঝা যাইবে।

উদাহরণ—একটি মাল কাটিতে টেপার অ্যাটাচমেন্ট ৩ ডিগ্রীতে সেট করা হইয়াছে কিন্তু বাটালিটি $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি নীচে বাধা হইয়াছে। বস্তুর ক্ষুদ্রতর প্রান্তের ব্যাস যদি $\frac{3}{8}$ ইঞ্চি হয়, তাহা হইলে প্রকৃতপক্ষে কত ডিগ্রী টেপার কাটা হইবে বাহির কর।

টেপারের অর্ধেক কোণ ৩ ডিগ্রী। সুতরাং বাটালিটি 1 ইঞ্চি যাইতে (৬৯ (খ) নং চিত্র) BC দূরত্ব পিছাইয়া আসিবে।



৭১ নং চিত্র খেড় কাটিবার সময় বাটালি বাধিবার নিয়ম

$$BC = \frac{BC}{AB} \times AB = \text{ট্যান } 3^\circ \times 1 = 0.0524 \text{ ইঞ্চি}$$

৬৯ (ক) নং চিত্র অনুযায়ী $DC = 0.0524$ ইঞ্চি, $OE = \frac{1}{8}$ ইঞ্চি এবং

$$OD = \frac{3}{8} \text{ ইঞ্চি} \quad \therefore DE = \sqrt{OD^2 - OE^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{8}\right)^2 - \left(\frac{1}{8}\right)^2}$$

$$\sqrt{\frac{85}{256}} = 0.369 \text{ ইঞ্চি}$$

$$\text{এখন } OC^2 = CE^2 + OE^2 = (CD + DE)^2 + OE^2$$

$$= (0.0524 + 0.369)^2 + \left(\frac{1}{8}\right)^2$$

$$= (0.4214)^2 + (0.0625)^2 = 0.1737$$

$$\therefore OC = \sqrt{0.1737} = 0.416 \text{ ইঞ্চি}$$

$$\text{যেহেতু } OC = OB \quad \therefore AB = OB - OA = OC - OA$$

$$= 0.416 - 0.375 \text{ (ক্ষুদ্রতর প্রান্তের ব্যাসার্ধ)} = 0.041 \text{ ইঞ্চি।}$$

অর্থাৎ বাটালিটি কেন্দ্র হইতে $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি নীচে 0.0524 ইঞ্চি পিছাইলে কেন্দ্রে ব্যাসার্ধের তকায় হইবে 0.041 ইঞ্চি

সুতরাং টেপারটি বত ডিগ্রীর হইয়াছে তাহার অর্ধেক কোণের ট্যানজেন্ট

$$= \frac{0.041}{1} = 0.041. \text{ সুতরাং টেপারের অর্ধেক কোণ} = 2^\circ - 21'$$

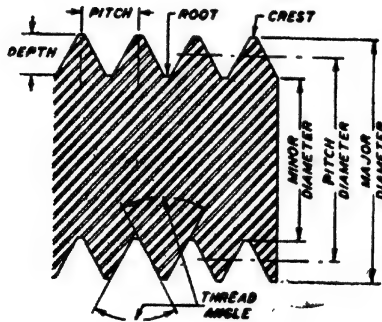
এক টেপারের অক্ষত কোণ = $4^\circ - 42'$

বস্তু অধ্যায়

থ্রেড বা প্যাচ কাটা (Cutting Thread)

৭৮ নং চিত্রের আয় হেডষ্টক স্পিণ্ডলের সহিত লিড ড্রুকে একত্রে গিয়ার দ্বারা যুক্ত করিয়া লেদে থ্রেড (Thread) কাটা হয়। প্রতি ইঞ্চিতে কয়টি থ্রেড কাটিবে তাহা নির্ভর করে হেডষ্টক স্পিণ্ডল ও লিড ড্রুর আবর্তন সংখ্যার অনুপাতের উপর। ক্রমে লেদে এই অনুপাত বজায় রাখা হয় তাহা বর্ণনা করিবার পূর্বে থ্রেড সংশ্লিষ্ট কতকগুলি নামের সংজ্ঞা এবং প্রধান প্রধান কয়েক প্রকার থ্রেড সম্বন্ধে কিছু বলা হইবে।

প্যাচ (Thread)—একটি বেলনাকৃতি (Cylindrical) বা শঙ্কু অর্থাৎ মোচাকৃতি (Cone) বস্তুর উপর বা ভিতরের পৃষ্ঠে একই রকম আকৃতি



৭২ নং চিত্র

বিশিষ্ট শিরা (Ridge) যদি একপভাবে জড়ান থাকে যে উহা দৈর্ঘ্য বরাবর একই হারে আগাইয়া যায়, তাহা হইলে উহাকে ড্রু বলে এবং জড়ান শিরাকে থ্রেড (Thread) বা প্যাচ বলে।

বহির্দিকস্থ প্যাচ (External Thread) :—যে প্যাচ বস্তুর বহিঃপৃষ্ঠে কাটা হয় তাহাকে বহির্দিকস্থ প্যাচ বলে। যেমন—বল্ট (Bolts)

অভ্যন্তরস্থ প্যাচ (Internal Thread) :—যে প্যাচ বস্তুর ভিতরের পৃষ্ঠে কাটা হয় তাহাকে অভ্যন্তরস্থ প্যাচ বলে। যেমন—নাট (Nut)।

মেজর বা আউটসাইড ডায়ামিটার (Major or Outside Diameter) :—(৭২ নং চিত্র দেখ) প্যাচ বা জুর সর্বাপেক্ষা বড় ব্যাসকে মেজর বা আউটসাইড ডায়ামিটার বলে।

মাইনর বা কোর ডায়ামিটার (Minor or Core Diameter) :—৭২ নং চিত্র) প্যাচ বা জুর সর্বাপেক্ষা ছোট ব্যাসকে মাইনর বা কোর ডায়ামিটার বলে।

পিচ (Pitch) :—(৭২ নং চিত্র) জুর অক্ষের সমান্তরালভাবে একটি থ্রেডের উপরে একটি বিন্দু হইতে ঠিক পরবর্তী থ্রেডের উপর অল্পরূপ বিন্দুর দূরত্বকে পিচ বলে। ইহা এককে ইঞ্চি প্রতি থ্রেডের সংখ্যা দ্বারা ভাগ দিলে পাওয়া যায় ; অর্থাৎ

$$\text{পিচ} = \frac{1}{\text{ইঞ্চি প্রতি থ্রেডের সংখ্যা}}$$

পিচ ডায়ামিটার (Pitch Diameter) :—(৭২ নং চিত্র) জুর যে কালনিক ব্যাসে প্যাচের (Thread) প্রস্থ (Thickness) এবং ফাঁকের (Gap) প্রস্থ সমান হয় তাহাকে পিচ ডায়ামিটার বলে।

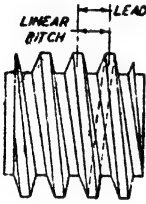
লিড (Lead) :—(৭৩, ৭৪ ও ৭৫ নং চিত্র) একপাক ঘোরাইলে একটি নাট (Nut) জুর উপর অক্ষের সমান্তরালভাবে যতটা দূরত্ব আগাইয়া যায় তাহাকে লিড বলে। ইহা জুর অক্ষের সমান্তরালভাবে কোন থ্রেডের উপরে একটি বিন্দু হইতে ঐ একই থ্রেডের উপর সর্বাপেক্ষা নিকটস্থ অল্পরূপ আর একটি বিন্দুর দূরত্বের সমান। একপহাবিশিষ্ট থ্রেডে লিড এবং পিচ সমান। দু'পহাবিশিষ্ট থ্রেডে লিড পিচের দ্বিগুণ। তিনপহাবিশিষ্ট থ্রেডে লিড পিচের ত্রিগুণ।

হাত (Hand) :—যখন একটি নাটকে ঘড়ির কাঁটা যেদিকে ঘোরে সেইদিকে ঘোরাইলে জুর ভিতর দিকে আগাইতে থাকে তখন তাহাকে ডানহাতি প্যাচ (Right-handed Thread) বলে। আর যখন ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘোরাইলে নাটটি জুর হইতে খুলিয়া আসে তখন তাহাকে বামহাতি প্যাচ (Left-handed Thread) বলে। ইহা চিনিবার সহজ উপায়

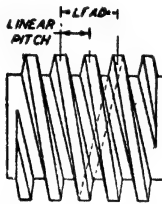
হইতেছে যে, একটি ক্রকে সম্মুখে ধরিলে দেখা যাইবে ডানহাতি প্যাচের ঢাল ডানদিকে নামিয়া গিয়াছে আর বামহাতি প্যাচের ঢাল বামদিকে নামিয়া গিয়াছে।

একাধিক পন্থাবিশিষ্ট প্যাচ (Multiple Screw Threads) :—

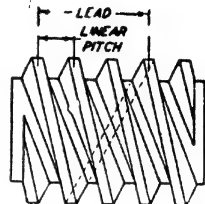
৭৩ নং চিত্রের স্থায় যখন কোন বস্তুর উপর একটিমাত্র প্যাচ (Thread)



৭৩ নং চিত্র



৭৪ নং চিত্র



৭৫ নং চিত্র

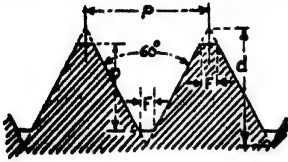
পাকাইয়া পাকাইয়া আগাইয়া যায় তখন তাহাকে একপন্থাবিশিষ্ট প্যাচ (Single Start Thread) বলে। ৭৪ নং চিত্রের স্থায় যখন পরস্পর ঠিক বিপরীত দিক হইতে আরম্ভ করিয়া দুইটি প্যাচ পাশাপাশি পাক খাইতে খাইতে আগাইয়া যায় তখন তাহাকে দু'পন্থাবিশিষ্ট প্যাচ (Double start Thread) বলে। তিনপন্থার (Triple Start) ক্ষেত্রে (৭৫ নং চিত্র) সমদূরে তিনটি প্যাচ আরম্ভ হয়। যখন একাধিক জায়গা হইতে প্যাচ আরম্ভ হয় তখন তাহাকে বহুপন্থাবিশিষ্ট প্যাচ (Multiple Start Thread) বলে।

টাম্বলার গিয়ার (Tumbler Gear) :—৭৯ নং চিত্রে স্পিণ্ডলকে

এক শ্রেণী গিয়ার দ্বারা লিড ক্রু বা ফিড রডের সহিত কিরূপে যুক্ত করা হয়, তাহা দেখান হইয়াছে। গিয়ার ১ স্পিণ্ডলের সহিত চাবি দ্বারা আঁটা এবং ইহা টাম্বলার গিয়ারদ্বয়ের একটি ২-এর মাধ্যমে ষ্টাডের ভিতরকার গিয়ার ৩-কে (বাহ্য ষ্টাড সাক্টের সহিত স্থায়ীভাবে আঁটা থাকে) বোরায। এই গিয়ারদ্বয়কে (৭৯ নং চিত্রের ২, ২) টাম্বলার গিয়ারশ্রেণী (Tumbler Gear Train) বা রিভার্স গিয়ারশ্রেণী (Reverse Gear Train) বলে।

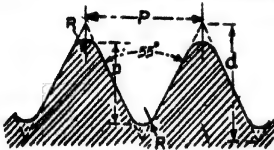
বিভিন্ন প্রকারের গাঁচ (Types of Threads) :—

AMERICAN NATIONAL SCREW THREAD FORM.



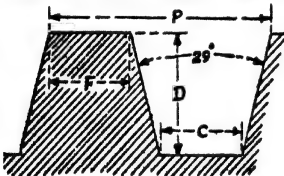
- (1) $\text{পিচ} = \frac{1}{\text{এতি ইকিতে থে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \text{পিচ} \times 0.64952$.
 বিত্তরিক্যাল গভীরতা $d = \text{পিচ} \times 0.866$.
 ফ্ল্যাট $F = \text{পিচ} \times 0.125 = \frac{\text{পিচ}}{8}$
 কোণ = 60° ডিগ্রী

WHITWORTH STANDARD SCREW THREAD



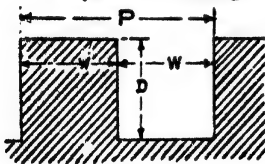
- (2) $\text{পিচ} = \frac{1}{\text{এতি ইকিতে থে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \text{পিচ} \times 0.6403$.
 বিত্তরিক্যাল গভীরতা $d = \text{পিচ} \times 0.96$.
 ব্যাসার্ধ $R = \text{পিচ} \times 0.1373$.
 কোণ = 55° ডিগ্রী।

AMERICAN NATIONAL ACME THREAD



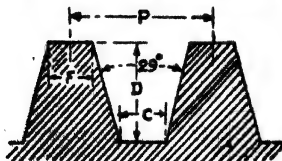
- (3) $\text{পিচ } P = \frac{1}{\text{এতি ইকিতে থে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \frac{1}{2} \text{ পিচ} + 0.01$ ইকি
 ফ্ল্যাট $F = \text{পিচ} \times 0.3707$.
 ফ্ল্যাট $C = (\text{পিচ} \times 0.3707) - 0.0052$
 কোণ = 29° ডিগ্রী।

SQUARE THREAD

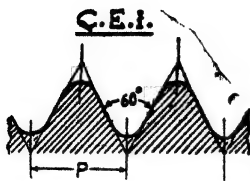


- (4) $\text{পিচ } P = \frac{1}{\text{এতি ইকিতে থে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \frac{1}{2} \times \text{পিচ}$
 ফ্ল্যাট $W = \frac{1}{2} \times \text{পিচ}$
 নাটে থে ডের এ ডের এ $= \frac{1}{2} \times \text{পিচ}$
 + .001 হইতে .002 ইকি (ব্রিয়ারেল)

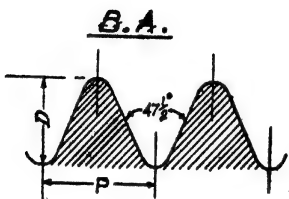
29° WORM THREAD (BROWN & SHARPE)



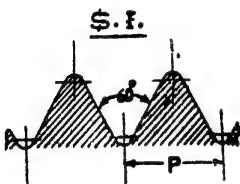
- (5) $\text{পিচ } P = \frac{1}{\text{এতি ইকিতে থে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \text{পিচ} \times 0.6866$,
 এফ $F = \text{পিচ} \times 0.335$.
 এফ $C = \text{পিচ} \times 0.810$.
 কোণ = 29° ডিগ্রী।



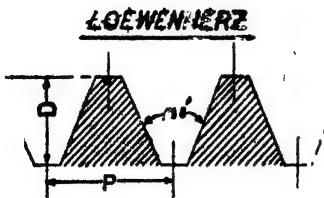
$$D = 0.5327 P$$



$$D = 0.6 P$$



$$D = 0.7036 P$$



$$D = 0.75 P$$

১১ বা ডিগ্রি

লাংকেন বাজানদাল ইকটিটিউট

- (6) পিচ $P = \frac{1}{\text{প্রতি ইকিতে খে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \text{পিচ} \times 0.5327$,
 ব্যাসার্ধ $R = \text{পিচ} \times 0.1665$,
 কোণ = 60° ডিগ্রি।

জিটিশ অ্যানোলিসিয়েল

- (7) পিচ $P = \frac{1}{\text{প্রতি ইকিতে খে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \text{পিচ} \times 0.6$
 ষড়ভুজাক্যাল গভীরতা $d = \text{পিচ} \times 1.136$,
 ব্যাসার্ধ $R = \text{পিচ} \times 0.182$,
 কোণ = 47 1/2° ডিগ্রি।

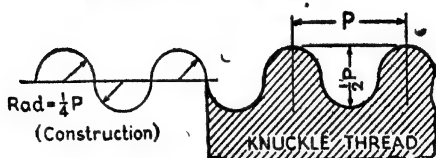
মিস্টেস ইক্টারজানদাল

- (8) পিচ $P = \frac{1}{\text{প্রতি ইকিতে খে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \text{পিচ} \times 0.7036$
 ফ্লাট $F = \text{পিচ} \times \frac{1}{2}$
 কোণ = 60° ডিগ্রি

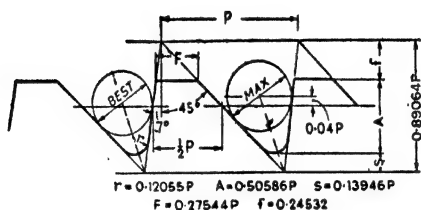
লাওয়েনহার্জ

- (9) পিচ $P = \frac{1}{\text{প্রতি ইকিতে খে ডের সংখ্যা}}$
 গভীরতা $D = \text{পিচ} \times 0.75$,
 কোণ = 53° ডিগ্রি - 8' মিনিট।

নাকল থ্রেড (Knuckle Thread)



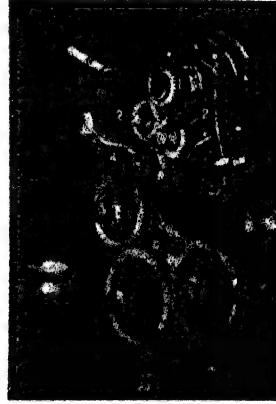
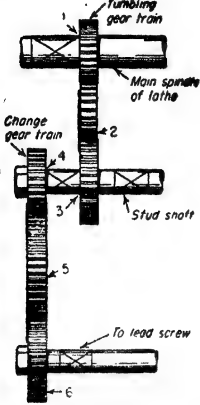
বাট্রেন্স থ্রেড (Buttress Thread)



৭৮ নং চিত্র

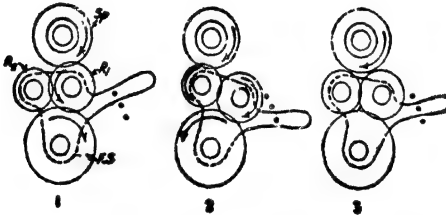
৮০ নং চিত্রে টাঙ্কলার গিয়ারশ্রেণীর কার্যকারিতা দেখান হইয়াছে। টাঙ্কলার গিয়ার B_1, B_2 (৭৯ নং চিত্রের ২, ২) একটি ত্র্যাকটে বদান থাকে এবং ত্র্যাকটেটি ষ্টাড সাক্টে একরূপভাবে অবস্থিত থাকে যাহাতে ষ্টাড সাক্টকে কেন্দ্র করিয়া ঘোরান যায়। টাঙ্কলার গিয়ার দু'টি সর্বদা পরস্পরের সহিত যুক্ত থাকে। ত্র্যাকটেটিকে একটি হাতলের দ্বারা ঘোরাইলে পিণ্ডলের গিয়ার কোন সময় ৮০ (১) নং চিত্রের জায় একটি টাঙ্কলার গিয়ারের দ্বারা, কোন সময় ৮০ (২)-এর জায় দু'টি টাঙ্কলার গিয়ার দ্বারা ষ্টাডের ভিতরকার গিয়ারের সহিত যুক্ত হয়। ইহার ফলে টাঙ্কলার গিয়ার হাতলের অবস্থা অস্থায়ী ষ্টাড সাক্ট গিয়ার M , (৭৯ নং চিত্রের ৪) ৮০ (১) নং চিত্রের জায় ডানদিকে বা ৮০ (২) নং চিত্রের জায় বামদিকে ঘোরে। টাঙ্কলার গিয়ার হাতলের অবস্থান ৮০ (৩) নং চিত্রের জায় হইলে টাঙ্কলার গিয়ার দু'টি পিণ্ডলের গিয়ার হইতে ছাড়িয়া যায়, ইহার ফলে তখন পিণ্ডল ঘুরিলেও ষ্টাড সাক্ট আর ঘোরে না।

চেঞ্জ গিয়ার :—৭২ নং চিত্রের ষ্টাডের বাহিরের দিকের গিয়ার ৪ ষ্টাড সাক্‌টের সহিত চাবি দ্বারা আটকান থাকায় স্থায়ী ষ্টাড গিয়ার ৩ ঘুরিলে ইহাও



৭২ নং চিত্র

ঘোরে। ষ্টাড গিয়ার ৪ আইডলার গিয়ার ৫ ও B-এর মাধ্যমে লিড জু গিয়ার ৬-কে ঘোরায়। ৪, ৫, B ও ৬ গিয়ার সকলকে ইচ্ছায়ত পরিবর্তন করা চলে



৮০ নং চিত্র

বলিয়া ইহাদের প্রত্যেককে চেঞ্জ গিয়ার ও এই গিয়ার শ্রেণীকে একত্রে চেঞ্জ গিয়ার শ্রেণী বলে। অর্থাৎ যে গিয়ারশ্রেণী দ্বারা ষ্টাড ও লিড জু সাক্‌টকে যুক্ত করা হয়, তাহাকে চেঞ্জ-গিয়ারশ্রেণী (Change Gear Train) বলে।

চেঞ্জ গিয়ার নির্ণয় (Selection of Change Gears):—পূর্বেই বলা হইয়াছে হেডষ্টক স্পিণ্ডলের আবর্তন সংখ্যার সহিত লিড জুর আবর্তন সংখ্যার অনুপাতের উপর লেদে প্যাচ কাটা সম্পূর্ণ নির্ভর করে। লেদে এই অনুপাত কিরূপে রক্ষা করা হয় এখন সেই সম্বন্ধে আলোচনা করা হইবে।

ধরা যাক, 1 ইঞ্চিতে 4টি থ্রেড কাটিতে হইবে এবং লিড জুতে প্রতি ইঞ্চিতে 4টি থ্রেড আছে, অর্থাৎ লিড জুর লিড $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি (যেহেতু লিড জু একপহাবিশিষ্ট)। ইহা করিতে হইলে হেডষ্টক স্পিণ্ডল যতক্ষণে 4 পাক ঘুরিবে ক্যারেজকে সেই সময়ের মধ্যে 1 ইঞ্চি আগাইতে হইবে। কিন্তু আমরা জানি নাটকে (Nut) এক পাক ঘোরাইলে ইহা জুর লিডের সমান দূরত্ব আগাইয়া যায়। এক্ষেত্রে লিড জুর লিড $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি অর্থাৎ লিড জুকে এক পাক ঘোরাইলে ক্যারেজটি $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি আগাইয়া যাইবে। সুতরাং ক্যারেজকে 1 ইঞ্চি পরিমাণ দূরত্ব আগাইতে হইলে লিড জুকে 4 পাক ঘোরাইতে হইবে। সুতরাং প্রতি ইঞ্চিতে চারিটি থ্রেড কাটিতে হইলে হেডষ্টক স্পিণ্ডল ও লিড জু উভয়েই চারপাক করিয়া ঘুরিবে অর্থাৎ হেডষ্টক স্পিণ্ডল ও লিড জু উভয়কে একই হারে ঘোরাইতে হইবে; ইহা করিতে হইলে হেডষ্টক স্পিণ্ডল ও লিড জুকে পরস্পরের সহিত সমান সংখ্যক দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার দ্বারা যুক্ত করিতে হইবে।

পুনরায় মনে করা যাক, ঐ একই লেদে প্রতি ইঞ্চিতে 8টি থ্রেড কাটিতে হইবে। তাহা হইলে হেডষ্টক স্পিণ্ডল যতক্ষণে 8 পাক ঘুরিবে লেদ ক্যারেজকে সেই সময়ের মধ্যে 1 ইঞ্চি আগাইতে হইবে, অর্থাৎ লিড জুকে 4 পাক ঘোরাইতে হইবে। ইহা করিতে হইলে হেডষ্টক স্পিণ্ডল ও লিড জুকে একপ দুইটি গিয়ার দ্বারা যুক্ত করিতে হইবে যেন হেডষ্টক স্পিণ্ডলের গিয়ারের দাঁতের সংখ্যা লিড জুর গিয়ারের দাঁতের সংখ্যার অর্ধেক হয়, কারণ একমাত্র তাহা হইলেই স্পিণ্ডলটি 2 পাক ঘুরিলে লিড জু 1 পাক ঘুরিবে অর্থাৎ হেডষ্টক স্পিণ্ডল 8 পাক ঘুরিলে লিড জু 4 পাক ঘুরিবে।

সুতরাং আমরা দেখিতে পাইতেছি—

$$\frac{4}{8} = \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যতগুলি থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}}$$

$$= \frac{\text{স্পিণ্ডলের গিয়ার}}{\text{লিড জুর গিয়ার}} = \frac{\text{চালক (Driver)}}{\text{চালিত (Driven)}}$$

উপরের সূত্র হইতে দেখা যাইতেছে যে, যদি 4 দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার স্পিণ্ডলে এবং 8 দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার লিড জুতে দিয়া উভয়কে একটি আইডলার (Idler) গিয়ার দ্বারা যুক্ত করিয়া থ্রেড কাটা যায় তাহা হইলে প্রতি ইঞ্চিতে 8টি থ্রেড কাটিবে। কিন্তু 8টি বা 4টি দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার সাধারণতঃ হয় না। সুতরাং মেশিনের সঙ্গে যে সমস্ত গিয়ার থাকে তাহাদের মধ্য হইতে একপ দুইটি গিয়ার বাহির করিতে হইবে বাহাদের অল্পপাত $\frac{1}{2}$ । ইহা পাইতে হইলে উপরিউক্ত $\frac{1}{2}$ অর্থাৎ $\frac{1}{2}$ এই অল্পপাতটির হর এবং লবকে সুবিধামত একপ একটি সংখ্যা দ্বারা গুণ করিতে হইবে যে, অল্পপাতের উপর এবং নীচের উভয় সংখ্যাই মেশিনের সহিত যে গিয়ার থাকে তাহার একটি না একটির সহিত মিলিয়া যায়। কারণ আমরা জানি অল্পপাতের উপর এবং নীচকে একই সংখ্যা দ্বারা গুণ করিলে অল্পপাতের

কোন পরিবর্তন হয় না। সাধারণত: পাঁচ পাঁচ অন্তর ২০ হইতে ১২০ পর্যন্ত গিয়ার যেসিনের সঙ্গে দেওয়া থাকে, সেইজন্ম উপর এবং নীচকে (লব এবং হরকে) ৫ বা ৫-এর কোন গুণিতক দ্বারা গুণ করিলে গিয়ার পাইতে স্থবিধা হয়।

$$\begin{aligned} \text{সূত্র: } \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} &= \frac{\text{স্পিণ্ডলের গিয়ার}}{\text{লিড জুর গিয়ার}} = \frac{\text{যে থ্রেড কাটিতে হইবে তাহার পিচ}}{\text{লিড জুর পিচ}} \\ &= \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যতগুলি থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}} \end{aligned}$$

উদাহরণ ১. লিড জুতে প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড আছে। ৭টি থ্রেড কাটিতে হইবে।

$$\begin{aligned} \text{সমাধান—উপরে সূত্র অনুযায়ী, } \frac{\text{চালক (Driver)}}{\text{চালিত (Driven)}} &= \frac{\text{স্পিণ্ডলের গিয়ার}}{\text{লিড জুর গিয়ার}} \\ &= \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যতগুলি থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}} \\ &= \frac{4}{9} = \frac{4 \times 5}{9 \times 5} = \frac{20}{45} \end{aligned}$$

২০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার স্পিণ্ডলে ও ৪৫ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার লিড জুতে বসিবে।

উদাহরণ ২. লিড জুতে প্রতি ইঞ্চিতে ২টি থ্রেড আছে। প্রতি ইঞ্চিতে ১টি থ্রেড কাটিতে হইবে।

$$\begin{aligned} \text{সমাধান—} \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} &= \frac{\text{স্পিণ্ডলের গিয়ার}}{\text{লিড জুর গিয়ার}} \\ &= \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যতগুলি থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}} \\ &= \frac{2}{1} = \frac{2 \times 20}{1 \times 20} = \frac{40}{20} \end{aligned}$$

সুতরাং স্পিণ্ডলে ৪০ দাঁতবিশিষ্ট ও লিড জুতে ২০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার বসাইতে হইবে।

উদাহরণ ৩. লিড জুতে প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড আছে। ১৮টি থ্রেড কাটিতে হইবে। **সমাধান—**

$$\begin{aligned} \frac{\text{স্পিণ্ডলের গিয়ার}}{\text{লিড জুর গিয়ার}} &= \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যতগুলি থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}} \\ &= \frac{4}{18} = \frac{4 \times 5}{18 \times 5} = \frac{20}{90} \end{aligned}$$

স্পিণ্ডলে ২০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার, লিড জুতে ৯০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার দিতে হইবে।

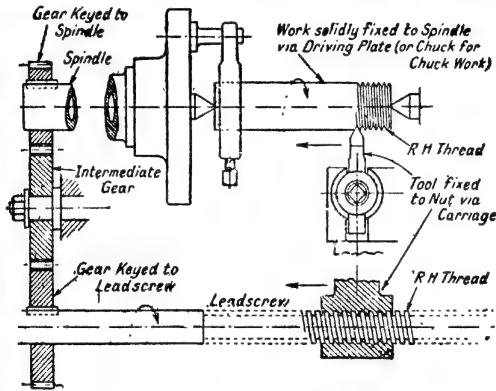
উদাহরণ ৪. লিড স্ক্রুতে প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড আছে। প্রতি ইঞ্চিতে ৪ $\frac{1}{2}$ টি থ্রেড কাটিতে হইবে। সমাধান—

$$\frac{\text{স্পিন্ডলের গিয়ার}}{\text{লিড স্ক্রু গিয়ার}} = \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড স্ক্রু থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যতগুলি থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}}$$

$$= \frac{4}{9\frac{1}{2}} = 4 \div \frac{19}{2} = \frac{4}{1} \times \frac{2}{19} = \frac{8}{19} = \frac{8 \times 5}{19 \times 5} = \frac{40}{95}$$

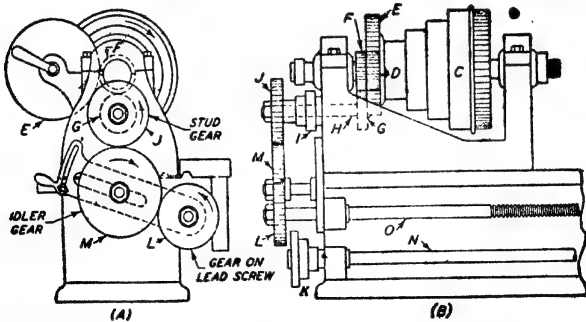
স্পিন্ডলে ৪০ দাঁতবিশিষ্ট ও লিড স্ক্রুতে ৯৫ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার বসিবে।

সিম্পল গিয়ারিং (Simple Gearing) :—যখন পূর্ব বর্ণিত উপায়ে



৮১ নং চিত্র—সিম্পল গিয়ারিং-এর সাহায্যে থ্রেড কাটা

চেঞ্জ গিয়ার বাহির করিয়া চালক বা স্পিন্ডলের গিয়ারটিকে ৮১নং চিত্রের

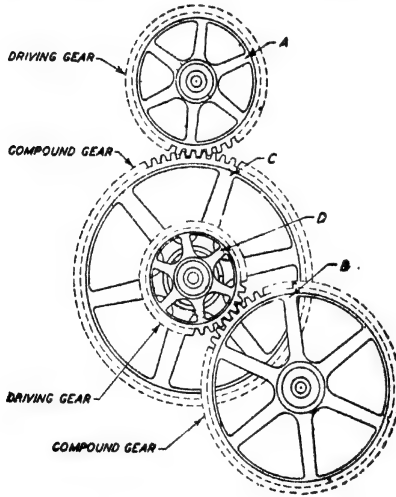


৮২ নং চিত্র—সিম্পল গিয়ারিং

জ্যায় স্পিন্ডলের বা ৮২নং চিত্রের জ্যায় স্টাডে (Stud) এবং চালিত গিয়ারটিকে লিড স্ক্রুতে দিয়া উভয়কে একটি আইডলার (Idler or Intermediate

Gear) দ্বারা যুক্ত করা হয়, তখন তাহাকে সিম্পল গিয়ারিং বলে। গিয়ারের অক্ষপাতের উপর আইডলারের কোন প্রভাব নাই। ইহা কেবল লিড জুর গিয়ারের আবর্তনের দিক পরিবর্তন করে ও ষ্টাড গিয়ার ও লিড জুর গিয়ারের মধ্যে একটি অ্যাডজাস্টেবল ষ্টাডে (Adjustable Stud) থাকিয়া উভয়ের মধ্যে যোগসাধন করে।

কম্পাউণ্ড গিয়ারিং (Compound Gearing) :—কোন কোন সময় এরূপ জুর কাটিবার প্রয়োজন হয় যাহা সিম্পল গিয়ারিং দ্বারা কাটা সম্ভব নয়। তখন চেঞ্জ গিয়ার অক্ষপাতটিকে দুই বা ততোধিক অক্ষপাতে ভাঙ্গিয়া লইয়া গিয়ার বাহির করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় যে চেঞ্জ গিয়ার বাহির হয় তাহাকে



৮৩নং চিত্র—কম্পাউণ্ড গিয়ারিং

কম্পাউণ্ড গিয়ারিং বলে। কম্পাউণ্ড গিয়ারিং-এ ৮৩নং চিত্রের স্তায় চালক গিয়ারগুলির একটি, ষ্টাডে এবং চালিত গিয়ারগুলির একটি, আইডলারের জায়গায় থাকিয়া পরস্পরের সহিত যুক্ত হয়। অপর চালক গিয়ারটি পূর্বোক্ত চালিত গিয়ারের সহিত একই ষ্টাডে অবস্থিত থাকে এবং পরস্পর চাবি দ্বারা আঁটা থাকে যাহাতে একটি ঘুরিলে অপরটিও ঘোরে। অপর চালিত গিয়ারটি লিড জুরে থাকে এবং ইহাকে শেষোক্ত চালক গিয়ারের সহিত যুক্ত করা হয়।

উদাহরণ ১. লিড জুর প্রতি ইঞ্চিতে ২৫টি থ্রেড আছে। প্রতি ইঞ্চিতে ২০টি থ্রেড কাটিতে হইবে।

$$\text{সমাধান :—} \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10} = \frac{1 \times 20}{10 \times 20} = \frac{20}{200}$$

মেশিনের সহিত যে সকল গিয়ার থাকে তন্মধ্যে ২০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার হইতেছে সর্বাপেক্ষা ছোট। সুতরাং চালক গিয়ারকে ২০ দাঁত করিতে হইলে চালিত গিয়ারকে ২০০ দাঁত করিতে হইবে। কিন্তু ২০০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার মেশিনে সাধারণতঃ থাকে না। (২০ হইতে ১২০ পর্যন্ত দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার মেশিনের সহিত থাকে)। সুতরাং ইহার চেঞ্জ গিয়ার সিম্পল গিয়ারিং-এ বাহির হইবে না। এক্ষেত্রে কম্পাউণ্ড গিয়ারিং হইতেছে—

$$\frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10} = \frac{1 \times 1}{5 \times 2} = \frac{1 \times 20}{5 \times 20} \times \frac{1 \times 30}{2 \times 30} = \frac{20}{100} \times \frac{30}{60}$$

২০ ও ৩০ গিয়ার চালকে অর্থাৎ ৮৩ নং চিত্রের A এবং D-তে এবং ১০০ ও ৬০ গিয়ার চালিততে অর্থাৎ ৮৩ নং চিত্রের C এবং B-তে বসিবে।

উদাহরণ ২. লিড স্কুর প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড আছে। প্রতি ইঞ্চিতে ৪½টি থ্রেড কাটিতে হইবে।

$$\begin{aligned} \text{সমাধান :—} \quad \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} &= \frac{4}{4\frac{1}{2}} = \frac{4 \times 2}{9} = \frac{4 \times 2}{3 \times 3} \\ &= \left(\frac{4 \times 20}{3 \times 20} \right) \times \left(\frac{2 \times 15}{3 \times 15} \right) = \frac{80}{60} \times \frac{30}{45} \end{aligned}$$

৪০ এবং ৩০ গিয়ার ৮৩ নং চিত্রের A ও D-তে বসিবে। ৬০ এবং ৪৫ গিয়ার C এবং B-তে বসিবে।

মেট্রিক থ্রেড (Metric Thread) :—যে লেদ মেশিনে লিড স্কুর থ্রেডের পিচ (Pitch) মিলিমিটারে থাকে, সেইরূপ লেদে মেট্রিক থ্রেড নিতুলভাবে কাটা যায় এবং ইহার গিয়ারের হিসাব ঠিক পূর্ব বর্ণিত ইংলিশ থ্রেডের (যে থ্রেডে পিচের মাপ ইঞ্চিতে দেওয়া থাকে) হ্রায়।

উদাহরণ :—লিড স্কুর পিচ ৫ মিলিমিটার। ৬ মিলিমিটার পিচবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে হইবে।

সমাধান :—লিড স্কুর পিচ ৫ মিলিমিটার অর্থাৎ ১ মিলিমিটারে ১টি থ্রেড আছে। ৬ মিলিমিটার পিচবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে হইবে অর্থাৎ ১ মিলিমিটারে ৬টি থ্রেড কাটিতে হইবে।

$$\frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{\text{প্রতি মিলিমিটারে লিড স্কুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{প্রতি মিলিমিটারে যত সংখ্যক থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{6} \div \frac{1}{6} = \frac{6}{6} = \frac{6 \times 5}{6 \times 5} = \frac{30}{25}$$

কিন্তু যে সকল লেদ মেশিনের লিড জু ইংলিশ থ্রেডবিশিষ্ট (ইঞ্চিতে) সেই সকল লেদে মেট্রিক থ্রেড নিতুলভাবে কাটা যায় না। তবে 63 বা 127 দাঁতবিশিষ্ট গিয়ারের সাহায্যে মোটামুটি এরূপ নিতুলভাবে কাটা যায় যে, তাহা যে কোন সাধারণ কাজেই চলিবে।

উদাহরণ 1. লিড জুর পিচ $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি। 6 মিলিমিটার পিচবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে হইবে।

সমাধান:—লিড জুর পিচ $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি অর্থাৎ লিড জুতে 1 ইঞ্চিতে 4টি থ্রেড আছে।

6 মিলিমিটার পিচবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে হইবে।

অর্থাৎ 6 মিলিমিটারে থ্রেড থাকিবে 1টি

∴ 1 " " " $\frac{1}{6}$ টি

∴ 25.4 মিলিমিটার বা 1 ইঞ্চিতে, " $\frac{25.4}{6}$ টি

$$\frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যত সংখ্যক থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}}$$

$$\frac{4}{25.4} = \frac{4 \times 6}{25.4 \times 1} = \frac{4 \times 6}{25.4 \times 1} = \frac{4 \times 20}{1 \times 20} \times \frac{6 \times 5}{25.4 \times 5} = \frac{80}{20} \times \frac{30}{127}$$

$$\frac{4}{25.4} = \frac{12}{127}$$

সূত্র:— $\frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{5pn}{127}$ যখন, p = যত মিলিমিটার লিডের থ্রেড কাটিতে হইবে ও n = ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা।

উদাহরণ 2. লিড জুর পিচ $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি। 8 মিলিমিটার পিচবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে হইবে।

সমাধান:—লিড জুর পিচ $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি অর্থাৎ লিড জুতে 1 ইঞ্চিতে 4টি থ্রেড আছে।

এখন 1 মিটার = 39.3 ইঞ্চি (আন্দাজ)

অথবা 1 মিটার বা 1000 মিলিমিটার = $\frac{1000}{25.4}$ ইঞ্চি

অথবা 8000 মিলিমিটার = 315 ইঞ্চি।

লিড জুর প্রতি ইঞ্চিতে 4টি থ্রেড আছে, সুতরাং

315 ইঞ্চিতে আছে $(315 \times 4) = 1260$ টি থ্রেড

বা 1 " " $\frac{1260}{39.3}$ টি থ্রেড।

আবার 8 মিলিমিটার পিচবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে হইবে।

অর্থাৎ 315 ইঞ্চিতে (বা 8000 মিলিমিটারে) থ্রেড থাকিবে $\frac{1260}{39.3}$ টি।

বা 1 " " " $\frac{1260}{39.3}$ টি।

$$\therefore \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{\text{ইঞ্চি প্রতি লিড জুর থ্রেডের সংখ্যা}}{\text{ইঞ্চি প্রতি যত সংখ্যক থ্রেড কাটিতে হইবে সেই সংখ্যা}}$$

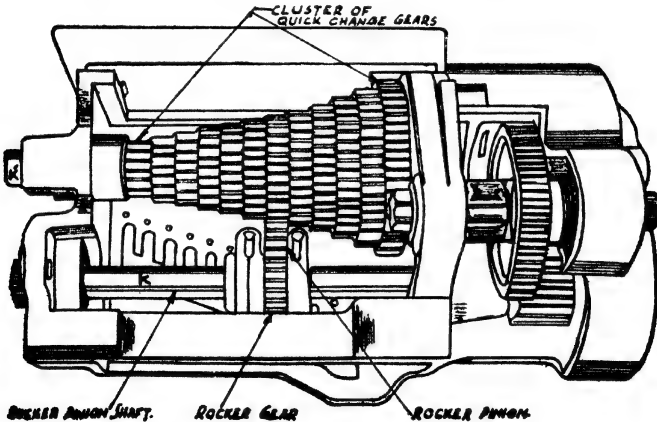
$$= \frac{1260}{815} \div \frac{8000}{8 \times 315} = \frac{1260}{815} \times \frac{8 \times 315}{8000} = \frac{1260}{8000} \times 8 = \frac{63}{400} \times 8.$$

সুতরাং দেখা যাইতেছে, যত মিলিমিটার পিচবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে হইবে তত মিলিমিটারকে $\frac{8}{100}$ দ্বারা গুণ করিলে চেঞ্জ-গিয়ারের অক্ষপাত পাওয়া যাইবে। এক্ষেত্রে চেঞ্জ গিয়ার,

$$= \frac{\text{চালক}}{\text{চালিত}} = \frac{63 \times 8}{400} = \frac{63}{40} \times \frac{8}{10} = \frac{63}{40} \times \frac{8 \times 10}{10 \times 10} = \frac{63}{40} \times \frac{80}{100}$$

এইরূপে ৬৩ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ারের সাহায্যেও মেট্রিক থ্রেড কাটা যায়।

কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স (Quick Change Gear Box) :—
আধুনিক লেদ মেশিনে বিভিন্ন থ্রেড কাটিবার জন্য বারংবার বিভিন্ন গিয়ার সেটিং করিতে হয় না। মেশিনের সহিত একটি গিয়ার বক্স থাকে যাহার কেবলমাত্র লিভারটির স্থান পরিবর্তন করিয়া মেশিনে বিভিন্ন থ্রেড কাটা যায় এবং মেশিনে ফিড পরিবর্তন করা যায়। এই গিয়ার বক্সকে কুইক চেঞ্জ



৮৪ নং চিত্র—কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্স

গিয়ার বক্স বলে। গিয়ার বক্সের গায়ে একটি তালিকা দেওয়া থাকে যাহা দেখিয়া বুঝিতে পারা যায় লিভারটি কোন অবস্থানে কত সংখ্যক থ্রেড কাটিবে বা মেশিনের কত ফিড হইবে।

কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের ব্যবস্থা (Quick Change Gear Box Mechanism) :—৮৪ নং চিত্রে কুইক চেঞ্জ গিয়ার বক্সের অভ্যন্তরীণ যান্ত্রিক ব্যবস্থা দেখান হইয়াছে। রকার পিনিয়ন শাফট (Rocker Pinion Shaft) k-এর উপর লম্বা চাবির ঘাট (Key-way) কাটা থাকে এবং রকার গিয়ারটি (Rocker Gear) ইহার সহিত চাবির দ্বারা এরূপভাবে আঁটা থাকে যাহাতে একটি হাতলের সাহায্যে ইহাকে শাফটের উপর এদিক ওদিক সরান যায়। রকার পিনিয়নটি এরূপভাবে অবস্থিত থাকে যাহাতে ইহার রকার গিয়ারের সহিত সর্বদা যুক্ত থাকিয়া রকার গিয়ারের চতুর্দিকে ঘুরিতে পারে। রকার গিয়ারটিকে শাফট k'-এ অবস্থিত কুইক চেঞ্জ গিয়ারশ্রেণীর এক একটির নীচে আনিয়া রকার পিনিয়নের সাহায্যে ইহাকে উপরের কুইক চেঞ্জ গিয়ারের সঙ্গে যুক্ত করা হয়। এইভাবে শাফট k-এর একটি নির্দিষ্ট গতি হইতে শাফট k'-কে বিভিন্ন গতি দেওয়া হয়। এক্ষেত্রে শাফট k'-এ ১২ টি গিয়ার আছে। সুতরাং শাফট k-এর ১ টি গতি (যাহা শাফট k-কে হেডষ্টক স্পিণ্ডলের সহিত একশ্রেণী গিয়ার দ্বারা যুক্ত করিয়া পাওয়া যায়) হইতে শাফট k'-এর ১২ টি গতি পাওয়া যাইবে। পুনরায় চিত্রের ডান প্রান্তের গিয়ার ব্যবস্থার দ্বারা শাফট k-কে ৩টি বিভিন্ন গতি দেওয়া যায়। সুতরাং এই ক্ষেত্রে এই গিয়ার ব্যবস্থার দ্বারা মোট $12 \times 3 = 36$ টি গতি পাওয়া যাইবে।

থ্রেড ধরা (Catching Thread) :—সাধারণতঃ থ্রেড এক কোপে ফিনিস করা যায় না। প্রথম কোপ চালাইবার পর দ্বিতীয় কোপ ঠিকমত দিতে না পারিলে উহা প্রথম থ্রেডকে কাটিয়া দেয় এবং ইহার ফলে থ্রেড নষ্ট হইয়া যায়। সুতরাং থ্রেড কাটিতে হইলে থ্রেড কাটিবার টুলটিকে বারংবার কি করিয়া একই জায়গা দিয়া চালনা করিতে হয় তাহা জানা অবশ্য প্রয়োজন।

ক। লেদের গায়ে দাগ কাটিয়া—এই পদ্ধতিতে থ্রেড কাটিবার সমস্ত ব্যবস্থা সম্পন্ন করিয়া মেশিন ক্যারেজটিকে প্রথমে এরূপ স্থানে রাখিতে হয় যাহাতে থ্রেড কাটিবার টুলটি যেখান হইতে থ্রেড কাটা আরম্ভ হইবে সেইখান ছাড়াইয়া আরো টেলষ্টকের দিকে থাকে। তারপর টেলষ্টকের সামনে কোন কিছু রাখিয়া বা অস্ত্র যে কোন উপায়ে এই জায়গাটিকে এইরূপভাবে নির্দিষ্ট করিতে হয় যাহাতে ক্যারেজটিকে বার বার একই জায়গায় ফিরাইয়া আনা যায়। তারপর মেশিনটিকে হাতে আস্তে আস্তে ঘোরাইতে হইবে যতক্ষণ না লিড জুর নাটটি লিড জুর সহিত লাগে। নাটটি লাগিলে ড্রাইভিং প্লেট ও লিড জুর উপর দু'টি দাগ টানিতে হইবে এবং উহাদের সংলগ্ন মেশিনের কোন স্থির অংশে উহাদের সোজাসুজি দাগ টানিতে হইবে। এইবার মেশিন চালু করিয়া প্রথম কোপ কাটিতে হইবে। যতটা থ্রেড কাটিতে হইবে

তাহা কাটা হইয়া গেলে মেশিন বন্ধ করিয়া কোপ তুলিয়া লইতে হইবে এবং ক্যারেজটিকে পূর্বোক্ত নির্দিষ্ট স্থানে ফিরাইয়া লইয়া যাইতে হইবে। দ্বিতীয় কোপের জন্ম নাটটি লাগাইবার পূর্বে ড্রাইভিং প্লেট ও লিড জুর উপরের দাগকে তাহাদের সংলগ্ন দাগের সহিত মিলাইয়া লইতে হইবে। দাগগুলি মিলিলে তবে লিড জুর নাটটি লাগাইয়া পুনরায় কোপ দিয়া মেশিন চালু করিতে হইবে। ঠিক এইভাবে যতক্ষণ না থ্রেডের সম্পূর্ণ গভীরতা আসিতেছে ততক্ষণ কাটিয়া যাইতে হইবে।

খ। মেশিনের গতির দিক পরিবর্তন করিয়া :—মেশিনের যদি গতির দিক পরিবর্তনের ব্যবস্থা থাকে তাহা হইলে লিড জুর নাট একবার লাগাইবার পর তাহা আর তুলিয়া না লইয়া একটা কোপ শেষ হইলে কোপটি একটু তুলিয়া লইয়া মেশিনের গতির দিক পরিবর্তন করিয়া ক্যারেজটিকে ফিরাইয়া লইয়া যাইতে হয়, তাহার পর আবার পরের কোপ চালু করিতে হয়। এই পদ্ধতিতে কেবল লক্ষ্য রাখিতে হয় কোপের আরম্ভে ও শেষে যেন টুলটি থ্রেড হইতে কিছুটা ছাড়াইয়া যায়, যাহাতে ব্যাক ল্যাশ (Back Lash) জনিত দোষের জন্ম থ্রেড নষ্ট হইতে না পারে। এই পদ্ধতির প্রধান ক্রটি হইতেছে যে লেদ ক্যারেজটিকে নাটটি লাগান অবস্থায় ফিরাইয়া আনিতে অথবা অনেক সময় নষ্ট হয়।

গ। চেজিং ডায়াল (Chasing Dial) :—চেজিং ডায়ালটি স্ত্রাডলের গায়ে লাগান থাকে। থ্রেড কাটিবার সময় লেদের গায়ে দাগ কাটিয়া যে কাজ করা হয় চেজিং ডায়ালের দ্বারা সেই কাজই করা হয় তবে তফাৎ এই যে, এই পদ্ধতিতে থ্রেড ধরা কাজটি পূর্বাপেক্ষা অনেক তাড়াতাড়ি করা যায়। ৮৫ নং চিত্রে ডায়ালটি দেখান হইয়াছে। ডায়ালের উপরের যে অংশটি দেখা যায় তাহা সাধারণতঃ আট ভাগে বিভক্ত থাকে। এই ডায়ালটি, ছবি হইতে বুঝা যাইবে, একটি ওয়ার্ম হইলের দ্বারা লিড জুর সহিত যুক্ত। সাধারণতঃ লিড জুতে প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড ও ওয়ার্ম হইলে ১৬টি দাঁত থাকে। এই ডায়ালের ব্যবহার পরের পৃষ্ঠার ছক (Table) হইতে বুঝিতে পারা যাইবে।



৮৫ নং চিত্র—চেজিং ডায়াল

লিড জুর লিড বা ওয়ার্ম হইলের দাঁতের সংখ্যার পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে কলম ১ এবং ১-কে প্রয়োজনমত বদলাইয়া লইতে হইবে। যেমন, লিড জুতে

চেজিং ডায়ালের ব্যবহার

নিড জুর্ প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড। চেজিং ডায়াল ওয়ার্স হইলে 16টি দাঁত।

1	2 কলম 1 নিড জুর্ ইঞ্চি প্রতি থ্রেডের সংখ্যা $= \frac{\text{কলম 1}}{4}$	3 উপর এবং নীচে কাটাকাটির পর 2নং কলামের সুহৃদতম হর	4 কলম 3 হইলের দাঁতের সংখ্যা $= \frac{\text{কলম 3}}{16}$	মন্তব্য
যে থ্রেড কাট্রিতে হইবে তাহার বিভূত বিবরণ				
ইঞ্চি প্রতি যে কোন সংখ্যক থ্রেড যাহা 4 দ্বারা বিভাজ্য, যেমন—12	$\frac{12}{4} = \frac{3}{1}$	1	$\frac{1}{16}$ পাক	যে কোন জায়গায় নিড জুর্ নাট লাগান যায়।
ইঞ্চি প্রতি জোড় সংখ্যক থ্রেড, যেমন—14	$\frac{14}{4} = \frac{7}{2}$	2	$\frac{2}{16} = \frac{1}{8}$ পাক	ডায়ালের উপর চিহ্নিত যে কোন দাগে নিড জুর্ নাট লাগাইতে হইবে।
ইঞ্চি প্রতি বিজোড় সংখ্যক থ্রেড, যেমন—11	$\frac{11}{4}$	4	$\frac{4}{16} = \frac{1}{4}$ পাক	একটা অন্তর দাগে নিড জুর্ নাট লাগাইতে হইবে। (যেমন 2, 4, 6, 8)
হাফ-থ্রেড, যেমন—6½	$\frac{6\frac{1}{2}}{4} = \frac{13}{8}$	8	$\frac{8}{16} = \frac{1}{2}$ পাক	প্রতি অর্ধ পাকে নিড জুর্ নাট লাগাইতে হইবে। (যেমন 2 এবং 6 অথবা 4 এবং 8)
কোয়ার্টার থ্রেড, যেমন—5¼	$\frac{5\frac{1}{4}}{4} = \frac{21}{16}$	16	$\frac{16}{16} = 1$ পাক	প্রতি 1 পাক অন্তর অর্ধাৎ প্রথমবার যেখান হইতে আরম্ভ হইবে, প্রতিবার সেখান হইতে আরম্ভ করিতে হইবে।

ইঞ্চি প্রতি ৪টি থ্রেড ও ওয়ার্ম হইলে ১৪টি দাঁত থাকিলে, ডায়ালের ব্যবহার নিম্নের ছক অনুযায়ী হইবে।

1	2	3	4	মন্তব্য
ইঞ্চি প্রতি বিজোড় দাঁত, যেমন—১১	$\frac{11}{6}$	6	$6 \times \frac{1}{18} = \frac{1}{3}$	প্রতি $\frac{1}{3}$ পাক অন্তর লিড জু নাট লাগাইতে হইবে

একাধিক পন্থাবিশিষ্ট থ্রেড কাটিবার পদ্ধতি (Method of Cutting Multiple Threads) :—নিম্নলিখিত উদাহরণ হইতে একাধিক পন্থাবিশিষ্ট প্যাচ কাটিবার পদ্ধতি পরিষ্কাররূপে বুঝা যাইবে।

উদাহরণ। একটি দু'পন্থাবিশিষ্ট বোন্ট কাটিতে হইবে যাহাতে প্রতি ইঞ্চিতে আটটি থ্রেড থাকিবে।

এক্ষেত্রে প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড আছে, সুতরাং পিচ = $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি এবং বোন্টটি দু'পন্থাবিশিষ্ট হওয়ায় লিড = $\frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{2}$ ইঞ্চি।

উপরিউক্ত বোন্টটি কাটিবার ধারাবাহিকতা নিম্নে বর্ণিত হইল :

১। $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি লিডবিশিষ্ট অর্থাৎ প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড কাটিতে পারা যায় এরূপ চেঞ্জ-গিয়ার (Change gear) মেসিনে বান্ধিতে হইবে। এই প্রসঙ্গে পাঠকবর্গের স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, থ্রেড কাটিবার জন্য চেঞ্জ-গিয়ার নির্ণয়ের সময় সর্বদা থ্রেডের লিডকে (পিচ নহে) হিসাবে ধরিতে হইবে। একপন্থাবিশিষ্ট থ্রেডের ক্ষেত্রে লিড ও পিচ সমান হইয়া যায়।

২। যেরূপে সাধারণ একপন্থাবিশিষ্ট থ্রেড কাটে ঠিক সেইভাবে, প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি থ্রেড থাকিলে থ্রেডের গভীরতা যতটা হইত ততটা থ্রেডের গভীরতা (Depth of cut) দিয়া, প্রথম থ্রেডটি কাটিতে হইবে। কারণ থ্রেডের গভীরতা পিচের উপরে নির্ভরশীল, লিডের উপর নহে।

৩। প্রথম থ্রেডটি কাটিবার পর দ্বিতীয় থ্রেডটি নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলির যে কোন একটির দ্বারা করা যায়।

(ক) **ফেস প্লেট দ্বারা :**—একটি ফেস প্লেট (Face Plate) ব্যবহার করিতে হইবে যাহাতে লেদডগের (Lathe dog) পিছনদিক (Tail) ঢুকিতে পারে এরূপ ছাঁট গর্ত (Slot) এমনভাবে অবস্থিত থাকিবে যে এক গর্ত হইতে অপর গর্তের দূরত্ব যেন ঠিক অর্ধপাকের সমান হয়। প্রথম থ্রেডটি কাটা হইয়া যাইবার পর লেদডগের পিছনদিক (Tail) প্রথম গর্ত হইতে তুলিয়া দ্বিতীয় গর্তে দিয়া ঠিক পূর্বের জায় থ্রেড কাটিয়া গেলে পূর্বের

থ্রেডের ঠিক মাঝখান দিয়া পূর্বের লিড (এক্ষেত্রে $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি) বিশিষ্ট আর একটি থ্রেড কাটিয়া যাইবে।

ফেস প্লেটকে দুইভাগে বিভক্ত করে এরূপ দুইটি গর্তের পরিবর্তে দুইটি ষ্টাড থাকিলেও পূর্বোক্ত পদ্ধতিতে দু'পছাবিশিষ্ট থ্রেড কাটিতে পারা যায়।

(খ) **কম্পাউণ্ড স্লাইড দ্বারা** :—যদি সুবিধামত ফেস প্লেট পাওয়া না যায় তাহা হইলে কম্পাউণ্ড রেষ্টের (Compound Rest) অক্ষরেখাকে ডেড (Dead) ও লাইভ (Live) সেন্টারের অক্ষরেখার সমান্তরাল করিয়া রাখিতে হয়। প্রথম থ্রেডটি কাটিবার সময় ক্রস স্লাইড (Cross Slide) দ্বারা কোপ দিতে হইবে। প্রথম থ্রেডটি কাটা হইয়া গেলে কম্পাউণ্ড রেষ্টের ফিড স্ক্রু (Feed Screw) সহিত যে মাপ কাটা কলার (Graduated Collar) থাকে তাহা দেখিয়া কম্পাউণ্ড রেষ্টের সাহায্যে বাটালিটিকে পিচের সমান দূরত্ব (এক্ষেত্রে $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি) সরাইয়া দিতে হইবে। তাহার পর পূর্বের ত্রায় থ্রেড কাটিয়া গেলে দ্বিতীয় থ্রেডটি পাওয়া যাইবে।

(গ) **গিয়ার দ্বারা** :—হেডষ্টক স্পিণ্ডলের পিছনদিকে অবস্থিত গিয়ার দ্বারাও ইহা করা যায়। প্রথম থ্রেডটি কাটা হইয়া যাইবার পর মেসিনকে পুনরায় কোপ দিবার পূর্বাবস্থায় (অর্থাৎ যেক্ষেত্রে স্পিণ্ডলে ও লিড স্ক্রুতে দাগ কাটিয়া থ্রেড কাটা হয় সেক্ষেত্রে এই দাগসকল মিলাইয়া ও ক্যারিজকে একটি নির্দিষ্ট স্থান, যেখান হইতে মেসিন চালু করা হইতেছিল সেইস্থানে) আনিয়া রাখিতে হইবে। তাহার পর স্পিণ্ডলের পিছনে অবস্থিত গিয়ারের একটি দাঁত ও তৎসংলগ্ন ইন্টারমিডিয়েট বা আইডলার (Intermediate or Idler) গিয়ারের দাঁতের ফাঁকে একটি দাগ টানিতে হইবে। স্পিণ্ডলের পিছনের গিয়ারকে আধাআধি ভাগ করিয়া আর একটি দাগ টানিতে হইবে। যে ক্ষেত্রে স্পিণ্ডলের পিছনে অবস্থিত গিয়ারকে সমান দুইভাগে বিভক্ত করা যাইবে না সেক্ষেত্রে চেঞ্জ গিয়ার হিসাব করিয়া এরূপভাবে বদলাইয়া লইতে হইবে, যাহাতে ইহাকে সম দুই ভাগে বিভক্ত করা যায়। ইন্টারমিডিয়েট গিয়ারের একটি দাঁত ও তৎসংলগ্ন লিড স্ক্রুতে (সিম্পল গিয়ারিং-এর ক্ষেত্রে) অবস্থিত গিয়ারের দাঁতের ফাঁকে আর একটি দাগ টানিতে হইবে। এইবারে সাবধানে ইন্টারমিডিয়েট গিয়ারটি বাহির করিয়া লইতে হইবে এবং বিশেষভাবে লক্ষ্য রাখিতে হইবে যাহাতে লিড স্ক্রু ঘুরিয়া না যায়। ইন্টারমিডিয়েট গিয়ারটি বাহির করা হইলে স্পিণ্ডলের পিছনে অবস্থিত গিয়ারটি অর্ধপাক ঘোরাইয়া মালটিকে অর্ধপাক পরিমাণ ঘোরাইতে হইবে। ইন্টারমিডিয়েট গিয়ারের যে দাঁতের সহিত লিড স্ক্রু গিয়ারের ফাঁকে দাগ কাটা ছিল সেই দুই দাগকে মিলাইয়া যদি ইন্টারমিডিয়েট গিয়ারটি বদান যায় এবং ইন্টারমিডিয়েট গিয়ারের যে ফাঁকের সহিত স্পিণ্ডল গিয়ারের যে দাঁত মিলান ছিল সেই দাঁতকে না মিলাইয়া স্পিণ্ডল গিয়ারকে দুইভাগে বিভক্ত করিয়া

আর একটি যে দাগ কাটা ছিল তাহার সহিত মিলান যায় তাহা হইলে স্পিণ্ডল গিয়ারটি এবং সঙ্গে সঙ্গে মালটিও (Job) ঠিক অর্ধপাক পরিমাণ ঘুরিয়া যাইবে।

অনেক সময় আধুনিক মেশিনে স্পিণ্ডলের পিছনে অবস্থিত গিয়ার হেডষ্টকের ভিতরে ঢাকা থাকায়, ভিতর দিকের ষ্টাড গিয়ার (Inside Stud Gear) সাহায্যে এই কার্য করিতে হয়। যদি স্পিণ্ডলে অবস্থিত গিয়ার ও ভিতর দিকের ষ্টাড গিয়ার সমান সংখ্যক দাঁতবিশিষ্ট হয়। তাহা হইলে ঠিক পূর্বোক্ত উপায়ে ষ্টাড গিয়ারটি অর্ধপাক ঘোরাইলে মালটিও অর্ধপাক ঘুরিবে। কিন্তু বর্তমানে অধিকাংশ লেদ মেশিনে ভিতরকার ষ্টাড গিয়ার অপেক্ষা স্পিণ্ডল গিয়ার ছোট থাকে। সাধারণতঃ স্পিণ্ডল গিয়ার ও ভিতরের ষ্টাড গিয়ারের দাঁতের অনুপাত ৩ : ৪ বা ২ : ৩ হয়। অর্থাৎ ষ্টাড গিয়ারকে অর্ধপাক ঘোরাইলে স্পিণ্ডল গিয়ার (অর্থাৎ মাল) অর্ধপাক ঘুরিবে না, উহা অনুপাত অনুযায়ী $\frac{3}{4}$ পাক বা $\frac{2}{3}$ পাক ঘুরিবে।

∴ স্পিণ্ডল যখন $\frac{3}{4}$ পাক ঘোরে ষ্টাড ঘোরে $\frac{1}{2}$ পাক

,, ,, 1 ,, ,, ,, ,, $\frac{1}{2} \div \frac{3}{4} = \frac{2}{3}$,,

,, ,, $\frac{1}{2}$,, ,, ,, ,, $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$,,

সুতরাং ভিতর দিকের ষ্টাডে একরূপ একটি গিয়ার রাখিতে হইবে যাহা $\frac{3}{4}$ ঘারা বিভাজ্য।

ধরা যাক, স্পিণ্ডলে ৪০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার ও ভিতরের ষ্টাডে ৪০ দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার আছে। সুতরাং ষ্টাডের গিয়ারের $(40 \times \frac{3}{4}) = 15$ টি দাঁত 'বোরাইলে' স্পিণ্ডল অর্ধপাক ঘুরিবে।

(ঘ) **চেজিং ডায়াল দ্বারা** :—চেজিং ডায়ালের যে সকল দাগে হাফ-নাট লিভার ফেলিলে একই খেঁড় ধরে সেই সকল দাগের মাঝপথে হিসাব করিয়া হাফ-নাট লিভার ফেলিয়া বহুপন্থাবিশিষ্ট খেঁড় কাটা যায়। যেমন, একই খেঁড় ধরে একরূপ দাগ সকলের অর্ধপথে ফেলিয়া দু'পন্থা, এক তৃতীয়াংশ পথে ফেলিয়া তিনপন্থা এবং এক-চতুর্থাংশ পথে ফেলিয়া চারিপন্থাবিশিষ্ট খেঁড় কাটা যায়।

পূর্বোক্ত উদাহরণে প্রতি ইঞ্চিতে চারিটি খেঁড় আছে এইরূপ দুটি খেঁড় পরস্পর বিপরীত দিক হইতে আরম্ভ করিয়া কাটিতে বলা হইয়াছে। কিন্তু ৯১ পৃষ্ঠায় চেজিং ডায়াল দ্বারা খেঁড় ধরিবার তালিকাটি লক্ষ্য করিলে বুঝা যাইবে যখন লিড ক্রতে প্রতি ইঞ্চিতে ৪টি খেঁড় ও চেজিং ডায়ালের ওয়ার্ম হইলে ১৬টি দাঁত থাকে এবং প্রতি ইঞ্চিতে ৪ দ্বারা বিভাজ্য গুণোবিশিষ্ট (T.P.I.) কোন খেঁড় কাটিতে হয় তখন হাফ-নাট লিভারটি যেখানেই ফেলা যাউক

না কেনে উহা একই থ্রেড ধরিবে। সুতরাং পূর্বোক্ত দু'পছাবিশিষ্ট বোল্টটি চেঞ্জিং ডায়াল দ্বারা কাটিতে পারা যাইবে না। চেঞ্জিং ডায়াল দ্বারা কিরূপে বহুপছাবিশিষ্ট থ্রেড কাটা হয় তাহা নিম্নলিখিত উদাহরণ সকল হইতে পরিষ্কাররূপে বুঝিতে পারা যাইবে।

উদাহরণ ১. প্রতি ইঞ্চিতে ১৩টি থ্রেডবিশিষ্ট দুপছা (Double started) বোল্ট কাটিতে হইবে।

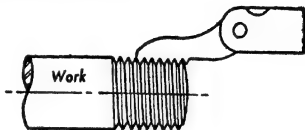
সমাধান :—প্রতি ইঞ্চিতে ১৩টি থ্রেডবিশিষ্ট দুপছা বোল্ট কাটিতে হইবে, অর্থাৎ প্রতি ইঞ্চিতে ৬½টি থ্রেডবিশিষ্ট দুইটি থ্রেড ঠিক পরস্পর বিপরীত দিক হইতে আরম্ভ করিয়া কাটিতে হইবে। ৯১ পৃষ্ঠার চেঞ্জিং ডায়াল দ্বারা থ্রেড ধরিবার তালিকাটি লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে ২ এবং ৬ অথবা ৪ এবং ৮ চিহ্নিত দাগে হাফ-নাট লিভারটি ফেলিলে প্রতিবার বাটালিটি ঠিক একই থ্রেডের উপর দিয়া যাইবে। অর্থাৎ প্রতি চতুর্থ দাগে পুনরায় একই থ্রেড ঘুরিয়া আসিতেছে। প্রথম থ্রেডটি কাটিবার সময় যদি চেঞ্জিং ডায়ালের ২-এবং ৬ চিহ্নিত দাগ ব্যবহার করা হয় তাহা হইলে অগ্ন্যন্ত সমস্ত কিছু ঠিক রাখিয়া ২ এবং ৬ দাগের ঠিক মধ্যস্থলে অবস্থিত ৪ এবং ৮ চিহ্নিত দাগে হাফ-নাট লিভার ফেলিয়া দ্বিতীয় থ্রেডটি কাটিতে হইবে।

উদাহরণ ২. প্রতি ইঞ্চিতে ২৬টি থ্রেডবিশিষ্ট ৪ পছা বোল্ট কাটিতে হইবে।

সমাধান :—২৬টি থ্রেডবিশিষ্ট ৪পছা বোল্ট, অর্থাৎ প্রতি ইঞ্চিতে ৩½= ৬½টি থ্রেড আছে এরূপ ৪টি থ্রেড কাটিতে হইবে। পূর্বের উদাহরণে এরূপ ২ পছা থ্রেড কাটা হইয়াছিল, এক্ষেত্রে ৪ পছা থ্রেড কাটিতে হইবে। পূর্বের ন্যায় ২, ৬ এবং ৪, ৮ দাগে হাফ-নাট লিভার ফেলিয়া দুটি থ্রেড কাটিতে হইবে। তাহার পর ১, ৫ এবং ৩, ৭ (চেঞ্জিং ডায়ালে এই সংখ্যাগুলি লেখা থাকে না, কেবল ছোট ছোট দাগ টানা থাকে) নম্বর দাগে হাফ-নাট লিভার ফেলিয়া বাকী থ্রেড দুটি কাটিতে হইবে। ৮ হইতে ১ নম্বর দাগের দূরত্ব এবং ৪ হইতে ৫ নম্বর দাগের দূরত্ব ৮ হইতে ৪ নম্বর দাগের দূরত্বের ½ ভাগ। যেহেতু ৪ এবং ৮ নম্বর দাগে হাফ-নাট লিভার ফেলিলে, একই থ্রেড ধরিতেছে, সুতরাং ১ এবং ৫ নম্বর দাগে ফেলিলে বাটালিটি ৪ এবং ৮ নম্বর দাগে হাফ নাটটি ফেলিলে যে থ্রেড ধরিতেছিল তাহা হইতে এক পাকের ½ ভাগ দূরে, আর একটি নূতন থ্রেড আরম্ভ করিবে। এইরূপে ৩ এবং ৭ চিহ্নিত দাগে হাফ-নাট লিভার ফেলিলে, ২ এবং ৬ চিহ্নিত দাগে হাফ-নাট লিভার ফেলিলে যে থ্রেড ধরিত তাহা হইতে এক পাকের ½ ভাগ দূরে আর একটি নূতন থ্রেড কাটিবে। এইরূপে ঈদৃশিত মোট ৪টি থ্রেড পাওয়া যাইবে।

প্রতি ইঞ্চিতে কয়টি থ্রেড আছে কিরূপে মাপিতে হয়?

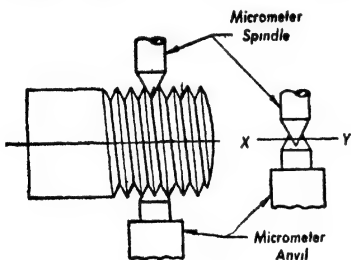
প্রতি ইঞ্চিতে কয়টি থ্রেড আছে তাহা স্কেল বসাইয়া মাপা যায়। এখানে লক্ষ্য করিবার যে প্রথম থ্রেডটি বাদ দিয়া থ্রেডের সংখ্যা গুণিতে হয়। এক ইঞ্চিতে যদি পূর্ণ সংখ্যক থ্রেড না থাকে, তাহা হইলে যতক্ষণ না পর্যন্ত একটি থ্রেডের মাথা স্কেলের ইঞ্চি সূচক মাপের বিপরীতে আসিতেছে ততক্ষণ গুণিয়া যাইতে হইবে। পরে থ্রেডের সংখ্যাকে ইঞ্চির সংখ্যা দ্বারা ভাগ দিলে প্রতি ইঞ্চিতে কয়টি থ্রেড আছে জানিতে পারা যাইবে। ৮৬ নং চিত্রের দ্বারা থ্রেড পিচ গেজ সাহায্যেও প্রতি ইঞ্চিতে কয়টি থ্রেড আছে মাপিতে পারা যায়।



৮৬ নং চিত্র

পিচ ডায়ামিটার কিরূপে মাপা হয়?

থ্রেড মাইক্রোমিটার পদ্ধতি:—৮৭ নং চিত্রের দ্বারা থ্রেড মাইক্রোমিটার সাহায্যে থ্রেডের পিচ ডায়ামিটার মাপা যায়। থ্রেড মাইক্রোমিটারে মাপ



৮৭ নং চিত্র

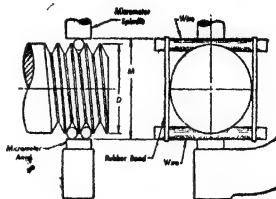
দেখিবার নিয়ম ঠিক সাধারণ মাইক্রোমিটারের দ্বারা। থ্রেড মাইক্রোমিটারের ও সাধারণ মাইক্রোমিটারের মধ্যে কেবলমাত্র তফাৎ এই যে থ্রেড মাইক্রোমিটারের স্পিন্ডলের মুখ থ্রেডের রকম অনুযায়ী ৬০, ৫৫ বা অত্র কোন ডিগ্রীতে ছুঁচাল করা

থাকে এবং স্পিন্ডল যত ডিগ্রী ছুঁচাল থাকে এনডিলে তত ডিগ্রী খাঁজ কাটা থাকে।

থ্রি ওয়্যার মেথড (Three Wire Method)—অর্থাৎ তিন তার

পদ্ধতি—এই পদ্ধতিতে সূক্ষ্মভাবে পিচ ডায়ামিটার মাপিতে পারা যায় বলিয়া ট্যাপ, থ্রেড গেজ প্রভৃতি সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি এই পদ্ধতিতে মাপা হয়।

তিনটি তার ৮৮ নং চিত্রের দ্বারা সাজান হয়। দুইটি তার পাশাপাশি থ্রেডের ফাঁকে (Space) থাকে।



৮৮ নং চিত্র

এবং থ্রেডের মাথা হইতে যথেষ্ট পরিমাণ উঁচুতে থাকে, যাহাতে মাইক্রোমিটার দ্বারা মাপা সম্ভব হয়। তবে তারের ব্যাসের মাপ যদি এরূপ হয় যে উহা থ্রেডের ঠিক পিচ লাইনে স্পর্শ করে তাহা হইলে সর্বাপেক্ষা ভাল হয়। তার যাহাতে পিচ লাইনে স্পর্শ করে সেইজন্য তারের ব্যাস নিম্নোক্তভাবে বাহির করিতে হয়—

$$BD = \frac{P}{4} = BC \cos \frac{a}{2} \text{ অথবা } BC = \frac{P}{4 \cos \frac{a}{2}}$$

$$\text{অথবা } 2 BC = W = \frac{P}{2 \cos \frac{a}{2}}$$

হাইটওয়ার্থ থ্রেডের কয়লা

আমরা জানি হাইটওয়ার্থ থ্রেডে

$$\text{থ্রেডের গভীরতা} = 0.6403P$$

$$\text{পিচ ভায়ামিটার} = E = \text{বাহিরের ব্যাস} - \text{গভীরতা} = OD - 0.6403P$$

$$\text{থ্রেডের অ্যাক্সল} = a = 55^\circ$$

উপরিউক্ত মানগুলি (Values) পিচ ব্যাস মাপিবার সাধারণ সূত্রে বসাইলে, দাঁড়ায়

$$M = OD - 0.6403P + 3.1657W - \frac{1.921P}{2} \left[\because \sin \frac{a}{2} = .46174 \right]$$

$$\therefore M = OD - 1.6008P + 3.1657W \quad \text{এবং } \cot \frac{a}{2} = 1.921$$

$$\text{এবং } E = M - 3.1657W + 0.9605P$$

$$\text{সর্বাপেক্ষা বাহ্যিক তারের ব্যাস } W = 0.5637P$$

ব্রিটিশ অ্যাসোসিয়েশন (B. A.) থ্রেডের কয়লা

বি. এ. থ্রেডে আমরা জানি

$$\text{থ্রেডের গভীরতা} = 0.6P$$

$$\text{পিচ ভায়ামিটার} = OD - 0.6P$$

$$\text{থ্রেডের অ্যাক্সল} = 47\frac{1}{2}^\circ$$

উপরিউক্ত মানগুলি সাধারণ সূত্রে বসাইলে, আমরা পাই

$$M = OD - 1.7363P + 3.4829W$$

$$E = M - 3.4829W + 1.1363P$$

তারের সর্বাপেক্ষা বাহ্যিক মাপ হইতেছে

$$W = 0.5462P$$

আমেরিকান স্ট্যান্ডার্ড ও মেট্রিক থ্রেডের কম্বল

আমেরিকান স্ট্যান্ডার্ড ও মেট্রিক থ্রেডে আমরা জানি—

গভীরতা = $0.6495P$; পিচ ডায়ামিটার = $OD - 0.6495P$

থ্রেডের অ্যাঙ্গল = 60°

সুতরাং $M = OD - 1.5155P + 3W$

$E = M - 3W + 0.866P$.

তারের সর্বাপেক্ষা বাহ্যিক মাপ = $W = 0.5773P$.

তিন-তার পদ্ধতি দ্বারা মাপিবার সীমা:—এক পছাদিশিষ্ট থ্রেডের ক্ষেত্রে তিন-তার দ্বারা মাপিলে যথেষ্ট নিখুঁত মাপ পাওয়া যায়। কিন্তু একাধিক পছাদিশিষ্ট থ্রেডের ক্ষেত্রে যখন লিড বেশী হয় তখন এই পদ্ধতি দ্বারা যথেষ্ট নিখুঁত মাপ পাওয়া যায় না। ইহা ছাড়া থ্রেডের মাথা যদি ভোঁতা হয়, তাহা হইলেও এই পদ্ধতি দ্বারা তাহা ধরা যায় না।

তিন-তার পদ্ধতি (Three-wire Method) দ্বারা কিরূপে থ্রেডের অ্যাঙ্গল পরীক্ষা করা হয় ?

পূর্ব বর্ণিত উপায়ে প্রথমে এক সেট (Set) অর্থাৎ একই ব্যাসবিশিষ্ট তিনটি তার লইয়া মাপ লইতে হয়। পরে অত্র ব্যাসবিশিষ্ট অপর এক সেট (Set) তার লইয়া পুনরায় মাপ লইতে হয়। ইহার পর নিম্নলিখিত সূত্র সাহায্যে থ্রেডের অ্যাঙ্গলের মাপ বাহির করিতে হয়—

$$\sin \frac{a}{2} = \frac{W - w}{(M - m) - (W - w)}$$

যখন, W = বড় ব্যাসবিশিষ্ট তারের ব্যাস

w = ছোট ব্যাসবিশিষ্ট তারের ব্যাস

M = বড় তারের উপরে মাপ

m = ছোট তারের উপরে মাপ

a = থ্রেডের অ্যাঙ্গল।

উদাহরণ 1. নিম্নলিখিত থ্রেড সকল মাপিবার সময় পিচ লাইন স্পর্শ করে এরূপ তারের ব্যাস বাহির কর :—

থ্রেড	পিচ
(ক) $1\frac{1}{2}$ B. S. W.	0.1429 ইঞ্চি
(খ) O B. A. (6 মিলিমিটার)	1 মিলিমিটার

সমাধান

$$(ক) W = 0.5637P = 0.5637 \times 0.1429 = 0.081 \text{ ইঞ্চি}$$

$$(খ) W = 0.5462P = 0.5462 \times 1 = 0.5462 \text{ মিলিমিটার।}$$

উদাহরণ ২. নিম্নলিখিত থ্রেড সকলের তারের উপরের মাপ বাহির কর—

থ্রেড

তারের মাপ

$$(ক) \frac{1}{8} \text{ ইঞ্চি (B. S. F.) } 16 \text{ T. P. I.}$$

$$0.040 \text{ ইঞ্চি}$$

$$(খ) 6 \text{ মিলিমিটার মেট্রিক (1 মিলিমিটার পিচ)}$$

$$0.6 \text{ মিলিমিটার}$$

$$\text{সমাধান :—(ক) } M = OD - 1.6008P + 3.1657W$$

$$= \frac{1}{8} - 1.6008 \times \frac{1}{16} + 3.1657 \times 0.040$$

$$= 0.5 - 0.10005 + 0.1266$$

$$= 0.6266 - 0.10005$$

$$= 0.5266 \text{ ইঞ্চি।}$$

$$(খ) M = OD - 1.5155P + 3W$$

$$= 6 - 1.5155 \times 1 + 3 \times .6$$

$$= 6 - 1.5155 + 1.8$$

$$= 6.2845 \text{ মিলিমিটার।}$$

উদাহরণ ৩. তারের উপরের মাপ হইতে নিম্নলিখিত থ্রেড সকলের পিচ ডায়ামিটার বাহির কর—

তারের উপরের

থ্রেড

পিচ

তারের ব্যাস

মাপ (M)

$$(ক) 0.5334$$

$$\frac{1}{8} \text{ ইঞ্চি U.S.S.}$$

$$0.0769$$

$$0.050 \text{ ইঞ্চি}$$

$$(খ) 20.71 \text{ মিলিমিটার}$$

$$20 \text{ মিলিমিটার}$$

$$2.5 \text{ মিলিমিটার}$$

$$1.5 \text{ মিলিমিটার}$$

মেট্রিক

$$\text{সমাধান :—(ক) } E = M - 3W + 0.866P$$

$$= 0.5334 - 3 \times 0.0769 + 0.866 \times 0.0769$$

$$= 0.5334 - 0.2307 + 0.0666 = .45 \text{ ইঞ্চি}$$

$$(খ) E = M - 3W + 0.866P$$

$$= 20.71 - 3 \times 1.5 + 0.866 \times 2.5$$

$$= 20.71 - 4.5 + 2.165 = 18.375 \text{ মিলিমিটার।}$$

উদাহরণ ৪. একটি $2\frac{1}{2}$ ইঞ্চি B.S.W. (4 T.P.I) জু পরীক্ষা করিয়া দেখা গেল 0.150 ইঞ্চি ব্যাসের তারের উপর উহার মাপ 2.3265 ইঞ্চি। যদি সর্বাপেক্ষা অধিক 2.0899 ইঞ্চি পর্যন্ত পিচ ডায়ামিটার চলে তাহা হইলে জুটির পিচ ডায়ামিটার উহা হইতে কত বড়?

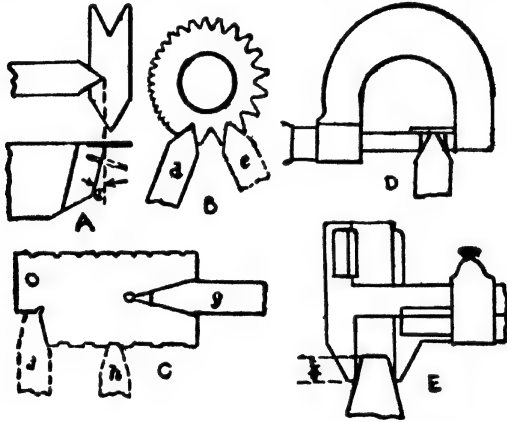
$$E = 2.3265 - 3.1657 \times 0.150 + 0.9605 \times 0.25$$

$$= 2.0918 \text{ ইঞ্চি}$$

সুতরাং ক্রটির পিচ ডায়ামিটার (2'0918—2'0899) = '0019 ইঞ্চি বড়।

থ্রেড কাটিং টুলের অ্যান্গল পরীক্ষা করিবার জন্ত সাধারণতঃ ১০নং চিত্রের (A)-এর গ্রায় থ্রেড অ্যান্গল গেজ ব্যবহার করা হয়। কিন্তু (B)-এর গ্রায় থ্রেড গেজ ব্যবহার করা অধিক সুবিধাজনক। কারণ ইহা দ্বারা প্রোফাইল অ্যান্গল ও থ্রেডের মাথার ক্র্যাট অংশের প্রস্থ (Thickness) মাপিতে পারা যায়। এই প্রকার গেজের পরিধিতে প্রতি ইঞ্চিতে বিভিন্ন সংখ্যক থ্রেডের জন্ত বিভিন্ন মাপের খাঁজ কাটা থাকে এবং কোনটি প্রতি ইঞ্চিতে কয়টি থ্রেড মাপিবার জন্ত তাহা প্রতিটির উপরে লেখা থাকে।

A এবং B-এ প্রদর্শিত গেজের গ্রায় গেজ ব্যবহার করিবার সময় খেয়াল রাখা দরকার গেজটি যেন কাটিং এজের সহিত একই তলে ধরা হয়।



১০ নং চিত্র

উহা A-তে ছাড়াছাড়া (dotted) লাইন দ্বারা প্রদর্শিত গেজের গ্রায় ক্র্যাট সাইডের (Front side) সহিত লম্বভাবে ধরিলে ভুল হইবে। উহার প্রকৃত প্রোফাইল অ্যান্গলের মাপ পাওয়া যাইবে না।

(C)-এর গ্রায় দেখিতে একমি থ্রেড গেজ দ্বারা একমি (Aome) কাটিং টুল পরীক্ষা করা হয়। থ্রেডটি ঠিক ২৭ ডিগ্রীতে গ্রাইণ্ড করা হইয়াছে কি না তাহা g-এর গ্রায় ২৭ ডিগ্রীর খাঁজে বসাইয়া পরীক্ষা করা হয়। বাটালির মুখের সহিত কাটিং এজের (cutting edge) অ্যান্গল ঠিক আছে কি না তাহা j-এর গ্রায় পরীক্ষা করা হয়। বাটালির মুখের চওড়া মাপিবার

অন্ত প্রতি ইঞ্চিতে বিভিন্ন সংখ্যক খেঁড়ের উপযোগী বিভিন্ন মাপের ছোট ছোট খাঁজ কাটা থাকে। উহা দ্বারা h -এর দ্বারা বাটালির মুখের ক্ল্যাট অংশের মাপ লওয়া হয়।

H -এর দ্বারা ভার্ণিয়ার গিয়ার-টুথ ক্যালিপার সাহায্যেও একমি খেঁড় বাটালির মুখের প্রস্থ মাপা যায়। যদি ক্যালিপারটি বাটালির মুখ হইতে x -দূরে কাটিং এজকে স্পর্শ করে তাহা হইলে নিম্নলিখিত সূত্র সাহায্যে বাটালির মুখের প্রস্থ বাহির করা যায়—

$$\text{সূত্র : দাঁতের মুখের প্রস্থের মাপ} = \text{ক্যালিপার প্রাপ্ত মাপ} - 2X \tan 14^\circ 30'$$

সপ্তম অধ্যায়

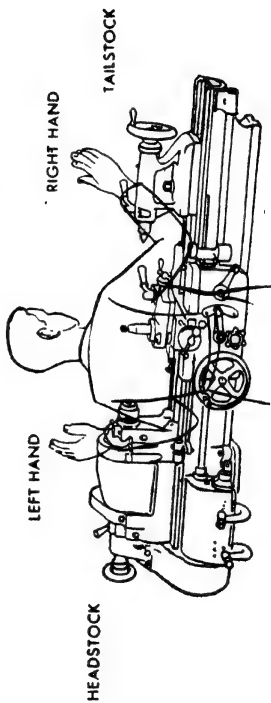
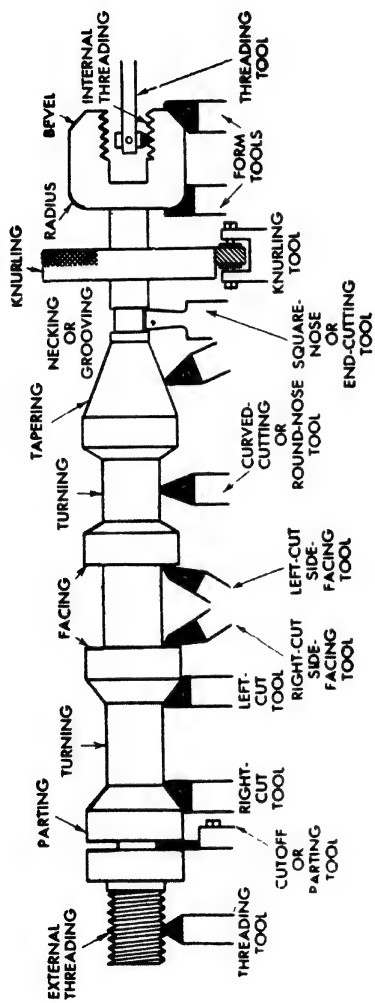
লেদের বাটালি (Lathe Tools)

কেবলমাত্র ভাল লেদ হইলেই লেদে ভাল কাজ পাওয়া যায় না। লেদের উপাদান এবং নির্ভুলতা (Accuracy) বাটালির কাটিবার দক্ষতার উপর অনেকাংশে নির্ভর করে। বাটালির কাটিবার দক্ষতা আবার নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর নির্ভর করে।

- (ক) বাটালির উপাদান (The Tool Materials)
- (খ) বাটালির ডিজাইন (The Design of the Tool) ও বস্তুর উপাদান (The Job Material)
- (গ) কাটিং স্পীড (The Cutting Speed)
- (ঘ) ফীড এবং কোপের গভীরতা (Feed and Depth of Cut)
- (ঙ) কাটিং ফ্লুইডের ব্যবহার (The Uses of Cutting Fluid)

(ক) **বাটালির উপাদান (The Tool Material) :—**বাটালির উপাদান সর্বাঙ্গে কঠিন (Hard) হওয়া প্রয়োজন, কারণ বাটালিকে অপর উপাদান ছেদ করিয়া ঢুকিতে হয়। ইহা ছাড়াও বাটালি যাহাতে শক (Shock) সহ্য করিতে পারে তারজন্য তুষ্ণতা (Tough) হওয়াও প্রয়োজন। সাধারণতঃ নিম্নলিখিত উপাদান সকল হইতে বাটালি তৈয়ারী হয়।

- (১) কার্বন টুল স্টীল (Carbon Tool Steel)
- (২) হাই স্পীড স্টীল (High Speed Steel)
- (৩) সিমেন্টেড কার্বাইড (Cemented Carbide)
- (৪) কাস্ট নন-ফেরাস্ অ্যালয় (Cast Non-Ferrous Alloy)
- (৫) সিরামিক বা সিন্টার্ড অক্সাইড (Sintered Oxide)
- (৬) ডায়মণ্ড (Diamond)



FACING THE LATHE

২১ নং চিত্র—বিভিন্ন প্রকার লেপের বাটালি

১. **কার্বন টুল স্টীল (Carbon Tool Steel) :—**এই প্রকার স্টীলে ০.৭% হইতে ১.৫% কার্বন থাকে। পূর্বে ইহা হইতে লেদের বাটালি তৈয়ারী হইত, কিন্তু হাইস্পীড স্টীল আবিষ্কারের পর হইতে ইহার প্রচলন উঠিয়া গিয়াছে বলিলেই চলে। তবে খুব হালকা কাজে ও ব্রাস কাটিতে ইহা এখনও বিশেষ উপযোগী।

২. **হাইস্পীড স্টীল (High Speed Steel) :—**কার্বন স্টীল অপেক্ষা অনেক বেশী তাপে হাইস্পীড স্টীলের কঠিনতা (Hardness) থাকে বলিয়া এবং ইহার ধাতু কাটিবার উপযুক্ত ক্ষমতা (Strength) আছে বলিয়া অধিকাংশ মেশিনশপে আজকাল হাইস্পীড স্টীলের বাটালিই ব্যবহার করা হয়। সাধারণতঃ ১৪% টাংগ্‌স্টেন (Tungsten), ৫% ক্রোমিয়াম (Chromium) ও ১% ভ্যানেডিয়াম (Vanadium) বিশিষ্ট হাইস্পীড স্টীলের বাটালিই বেশী ব্যবহার হয়, কিন্তু কঠিন (Tough) গ্রেডের স্টীল কাটিতে ইহার উপর আবার বেশী অল্পপাতে কোবাল্ট (Cobalt) মিশ্রিত করিয়া সুপার হাইস্পীড স্টীল তৈয়ারী হয়। হাইস্পীড স্টীলের বাটালির দাম কার্বন স্টীল অপেক্ষা অধিক হইলেও, ইহার উৎপাদন ক্ষমতা, স্থায়িত্ব প্রভৃতি গুণের জগৎ এই প্রকার স্টীলের টুল শেষ পর্যন্ত অনেক সস্তা পড়ে।

৩. **সিমেন্টেড কার্বাইড (Cemented Carbide) :—**আজকাল টাংগ্‌স্টেন (Tungsten), ট্যান্টেলাম (Tantalum) ও টাইটেনিয়াম (Titanium) কার্বাইডের মুখবিশিষ্ট বাটালি খুবই জনপ্রিয় হইয়া উঠিয়াছে। টাংগ্‌স্টেন, টাইটেনিয়াম বা ট্যান্টেলাম কার্বাইডের মিহিগুঁড়া বন্ধনী উপাদান (Binder) নিকেল বা ধাতব কোবাল্টের সহিত মিশ্রিত করিয়া মিশ্রিত পদার্থকে উচ্চ চাপে (High Pressure) রাখিয়া বাটালির আকৃতি দেওয়া হয়, পরে সিন্টারিং (Sintering) নামে পরিচিত একপ্রকার হিটট্রিমেণ্ট করিয়া ইহা প্রস্তুত করা হয়। ইহা বিভিন্ন গ্রেডের হইয়া থাকে, তবে অধিকাংশ কারখানায় দুই প্রকারের কার্বাইড অ্যালয় রাখা হয়—একপ্রকার কাষ্ট আয়রণ ও নন-ফেরাস (Non-Ferrous) বস্তু কাটিবার জগৎ এবং অন্য প্রকার স্টীল (Steel) কাটিবার জগৎ। কিন্তু ইহার দাম খুব বেশী বলিয়া এবং হাইস্পীড স্টীল অপেক্ষা ইহার টেনসাইল স্ট্রেংথ (Tensile Strength) কম বলিয়া ইহার ছোট টুকরা

কার্বন ষ্টীল নির্মিত শ্রাঙ্কের (Shank) ডগায় ব্রেজিং (Brazing) করিয়া লাগাইয়া ইহা ব্যবহার করা হয়। ইহাতে হাইস্পীড অপেক্ষা অনেক বেশী কাটিং স্পীড দেওয়া যায় এবং কার্ভতঃ মেশিন যদি টানিতে পারে তাহা হইলে যে কোন গভীরতার কোপ (Depth of Cut) কাটিতে পারে। ইহা ব্যবহার করিবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হয় যাহাতে ইহার উপর কোনরূপ ধাক্কা না লাগে, কারণ ইহা মোটেই ধাক্কা (Shock) সহ করিতে পারে না।

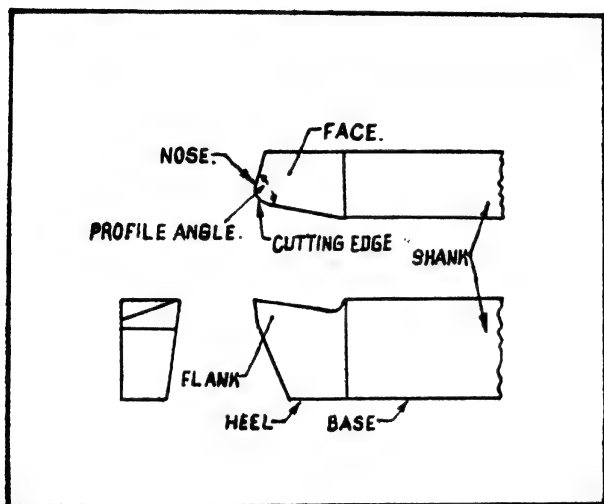
4. কাষ্ট নন-ফেরাস অ্যালয় (Cast Non-Ferrous Alloy) :—
প্রধানতঃ ক্রোমিয়াম ও কোবাল্ট মিশ্রিত করিয়া বিভিন্ন গ্রেডের যে **ষ্টেল্লাইট** (Stellite) অ্যালয় (Alloy) প্রস্তুত হয় তাহা কাষ্ট আয়রণ, ম্যালিয়েবল আয়রণ (Malleable Iron) ও খুব শক্ত ব্রোঞ্জ কাটিবার পক্ষে বিশেষ উপযোগী। ইহা লৌহ (Iron) বিবর্জিত হওয়ায় হিটট্রিটমেন্ট (Heat Treatment) দ্বারা ইহাকে নরম করিতে পারা যায় না, এবং সহজে মেশিনে কাটাও যায় না। ইহার আকৃতি কাস্টিং (Casting) করিয়া দেওয়া হয় এবং গ্রাইণ্ডিং করিয়া ইহাকে মাপে আনা হয়।

ইহা হাইস্পীড ষ্টীল অপেক্ষা শক্ত এবং গরম হইয়া লাল হইয়া যাইলেও ইহার টেম্পার নষ্ট হয় না। সেইজন্য এই প্রকার বাটালি দ্বারা হাইস্পীড ষ্টীল অপেক্ষা বেশী স্পীডে মাল কাটা যায়। কিন্তু ইহা হাইস্পীড অপেক্ষা ভঙ্গুর—সেইজন্য কাটিং এজকে জোরদার করিবার জন্য ক্লিয়ারেন্স অ্যান্‌দল যতদূর সম্ভব কম দিতে হয়। কম্পন সহ্য করিতে পারে না বলিয়া এই প্রকার বাটালি সাহায্যে ধাতু কাটা অস্ববিধাজনক। প্রাক্তিক প্রভৃতি অধাতব বস্তু কাটিতে ইহা বিশেষ উপযোগী।

5. সিরামিক বা সিন্টারড অক্সাইড (Ceramics or Sintered Oxides) :—কাঁচ, পোরসিলিন ইত্যাদিকে সিরামিক পদার্থ বলে। সম্প্রতি অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড পাউডারকে (এবং সময় সময় ইহার সহিত অল্প পরিমাণ অগ্ন্য ধাতব অক্সাইড ও বন্ধনী উপাদান (Binder) মিশ্রিত করিয়া) না গলাইয়া চাপ এবং তাপ প্রয়োগে অর্থাৎ সিন্টারিং পদ্ধতি দ্বারা শক্ত ও জমাট বাঁধাইয়া এই প্রকারের এক সিরামিক পদার্থ তৈয়ারী হইতেছে। ইহা পূর্ব বর্ণিত সকল উপাদান অপেক্ষা শক্ত কিন্তু ভীষণ ভঙ্গুর। ইহা কোনরূপ কম্পন সহ্য করিতে

পারে না। দৃঢ় মেশিনে বেশী স্পীডে ও হালকা কোপে অলৌহজাত ধাতু ও অধাতব দ্রব্য কাটিতে ইহা বিশেষ উপযোগী।

৬. **ডায়মন্ড টুল (Diamond Tool) :**—আমরা যত প্রকারের বস্তু জানি তাহার মধ্যে হীরকই (Diamond) সর্বাপেক্ষা অধিক কঠিন। ৫০০০ ফুট কাটিং



৯২ নং চিত্র

স্পীডে ইহা দ্বারা ভাল কাটা যায়। খুব শক্ত জিনিস কাটিতে ভাল ফিনিসের পক্ষে ইহা বিশেষ উপযুক্ত।

(খ) **বাটালির ডিজাইন ও মালের উপদান (Tool Design and Job Material) :**—লেদের বাটালির আকৃতি ও ইহা কিরূপে কাজ করে তাহা বিবেচনা করিবার পূর্বে একটি বাটালিকে যে সমস্ত কোণে গ্রাইন্ডিং (Grinding) করা হয় তাহা জানা প্রয়োজন। প্রধানতঃ একটি বাটালিকে নিম্নলিখিত তিন প্রকার কোণে গ্রাইন্ডিং করা হয় :—

(১) **ক্লিয়ারেন্স (Clearance)**

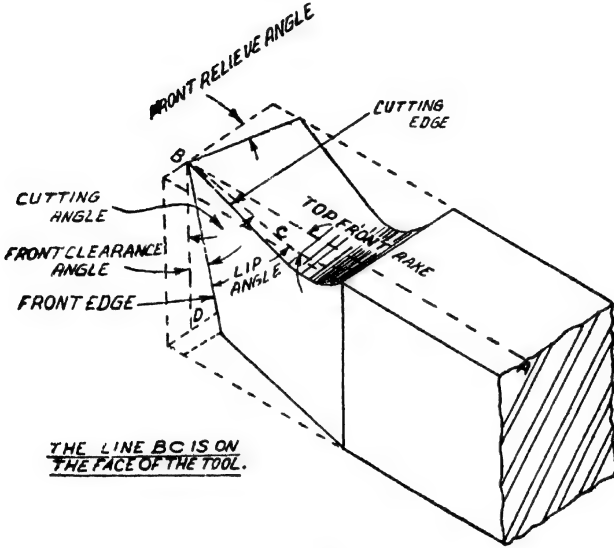
(ক) সাইড ক্লিয়ারেন্স (Side Clearance)

(খ) ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স (Front Clearance)

(২) টপ রেক (Top Rake)

(ক) টপসাইড রেক (Top-Side Rake)

(খ) টপ ফ্রন্ট রেক বা ব্যাক রেক (Top Front or Back Rake)



৯৩ নং চিত্র

(৩) কাটিং অ্যাঙ্গল (Cutting Angle)

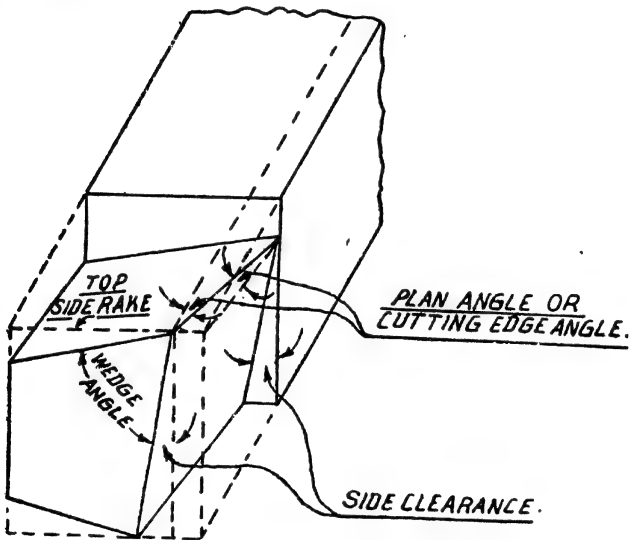
বাটালির উপরিউক্ত কোণগুলি ৯২, ৯৩ ও ৯৪ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে।

সাইড ক্লিয়ারেন্স :—বাটালির যে পাশ (Side) কাটে সেই পাশে উপর হইতে নীচের দিকে যে ঢাল থাকে তাহাকে সাইড ক্লিয়ারেন্স বলে।

ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স :—বাটালির মুখ (Nose) হইতে তলদেশের উপর লম্ব টানিলে ঐ লম্বটি বাটালির সম্মুখের কিনারের (Front-edge) সহিত যে কোণ উৎপন্ন করে, তাহাকে ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স অ্যাঙ্গল বলে।

টপ সাইড রেক (Top-side Rake) :—বাটালির উপরের পৃষ্ঠে (Face) কাটিং-এজ (Cutting-edge) হইতে পার্শ্বের দিকে যে ঢাল থাকে তাহাকে টপসাইড রেক বলে।

টপ ফ্রন্ট রেক (Top Front Rake) :—বাটালির উপর পৃষ্ঠ (Face) সম্মুখ হইতে পিছন দিকের বা পিছন হইতে সম্মুখ দিকের ঢাল বাটালির তলদেশের (Base) সমান্তরাল রেখার সহিত যে কোণ উৎপন্ন করে, তাহাকে টপ ফ্রন্ট রেক বলে। যখন ঢাল সম্মুখ হইতে পশ্চাৎ দিকে থাকে তখন তাহাকে পজিটিভ টপ ফ্রন্ট রেক (Positive Top Front Rake) ও যখন ঢাল পশ্চাৎ হইতে সম্মুখের দিকে থাকে, তখন তাহাকে নেগেটিভ (Negative) টপ ফ্রন্ট রেক বলে।



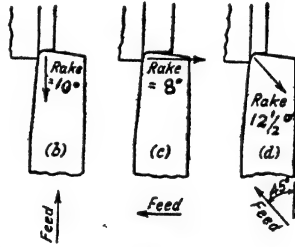
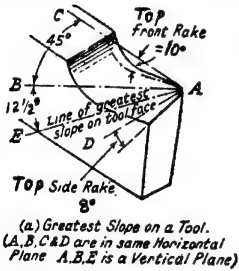
৯৪ নং চিত্র

কাটিং অ্যাঙ্গল (Cutting Angle) :—বাটালির মুখ (Nose) হইতে বাটালির ফেসের (Face) উপর শাঙ্কের (Shank) খাড়াই পার্শ্বের (Side) সমান্তরাল একটি কাল্পনিক রেখার সহিত, বাটালির মুখ হইতে তলদেশের (Base) উপর লম্ব যে কোণ উৎপন্ন করে, তাহাকে কাটিং অ্যাঙ্গল বলে।

লিপ অ্যাঙ্গল (Lip Angle) :—বাটালির মুখ হইতে বাটালির ফেসের উপর শাঙ্কের খাড়াই পার্শ্বের সমান্তরাল একটি কাল্পনিক রেখার সহিত বাটালির সম্মুখের কিনারা যে কোণ উৎপন্ন করে, তাহাকে লিপ অ্যাঙ্গল বলে।

ইহা ছাড়াও টুলস অ্যাঙ্গলের সহিত জড়িত যে সকল নাম (Terms) ব্যবহৃত হয়—প্লান অ্যাঙ্গল (Plan Angle), প্রোফাইল অ্যাঙ্গল (Profile Angle), রিলিভ অ্যাঙ্গল (Relieve Angle) প্রভৃতি তাহাদের অগ্রতম। এই সকল অ্যাঙ্গল কাহাকে বলে তাহাও ২২, ২৩ ও ২৪ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে।

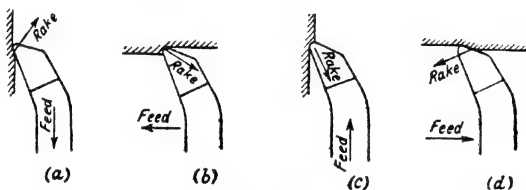
বিভিন্ন টুল অ্যাঙ্গলের কার্যকারিতা :—২৫ (a) নং চিত্রের গ্রায় একটি বাটালির কথা ধরা যাক। ইহার টপ ফ্রন্ট রেক 10° , সাইড রেক 8° এবং সর্বাধিক ঢাল $12\frac{1}{2}^\circ$ AE সরলরেখার দ্বারা দেখান হইয়াছে। এইবার এই বাটালিটিকে যদি তাহার দৈর্ঘ্যের সমান্তরালভাবে চালনা করা যায় তাহা হইলে ২৫ (b) নং চিত্রের গ্রায় ইহা তাহার 10° টপ ফ্রন্ট রেক দ্বারা কাটিবে। যদি বাটালিটিকে ২৫ (c) নং চিত্রের গ্রায় দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে চালনা করিয়া বস্তু কাটা হয় তাহা হইলে ইহা 8° টপসাইড রেক দ্বারা কাটিবে এবং ২৫ (d) নং চিত্রের গ্রায় ইহার দৈর্ঘ্যের সহিত 45° কোণ করিয়া কাটিলে বাটালিটির $12\frac{1}{2}^\circ$ টপ রেক তখন কাজ করিবে। সুতরাং আমরা দেখিতে পাইতেছি যে, বাটালিটি কিভাবে কাটিতেছে তাহার উপর কোন টপ রেক কত হইবে



২৫ নং চিত্র

তাহা নির্ভর করে। যেমন ধরা যাক, (b)-তে সাইড রেক কোন কাজ করিতেছে না; ইচ্ছা করিলে ইহা বাদ দিয়া দেওয়া যায়। (c)-তে লম্বা করিলে দেখা যাইবে টপসাইড রেকই একমাত্র কাজ করিতেছে, টপ ফ্রন্ট রেক এক্ষেত্রে না থাকিলেও ক্ষতি নাই। ২৬ নং চিত্রে একটি বাটালিকে সম্ভাব্য চারি প্রকারে ব্যবহার করা হইয়াছে। যখন বাটালিটির সর্বাধিক ঢাল তীরচিহ্নের দিকে থাকিবে, তখন বাটালিটি সর্বাধিক ভাল কাজ করিবে।

টপ ক্রস্ট রেক, যে উপাদান কাটা হইতেছে তাহার কাঠিন্য (Hardness) ও দৃঢ়তার (Tenacity) উপর নির্ভর করে। যে উপাদান শক্ত (Hard), ভঙ্গুর (Brittle) এবং কাটিবার সময় গুঁড়া হইয়া ভাঙ্গিয়া যায়, যেমন কাঁচ আয়রণ ও ব্রাস, সেখানে টপ ক্রস্ট রেক কম ও কাটিং অ্যান্গল বেশী হয়। কারণ শক্ত ও ভঙ্গুর বস্তু কাটিবার সময় বাটালিটির বস্তুটির অভ্যন্তরে প্রবেশ করা অপেক্ষা বস্তুটিকে ভাঙ্গার প্রয়োজন হয় বেশী। টপ ক্রস্ট রেকের কাজ হইতেছে বাটালির মুখকে ছুঁচাল করা, যাহাতে ইহা বস্তুটির ভিতর ঢুকিতে পারে। কাটিং অ্যান্গল বাটালির মুখকে জোরদার করে যাহাতে ইহা ভাঙ্গিয়া না যায়। স্তবরাং শক্ত ও ভঙ্গুর বস্তু কাটিবার সময় টপ ক্রস্ট রেক কম ও কাটিং অ্যান্গল বেশী দিতে হয়। মাইল্ড স্টীল, রট আয়রণ (Wrought Iron) প্রভৃতির গ্রায় ডাকটাইল (Ductile) ধাতু কাটিবার



৯৬ নং চিত্র

সময় টপ ক্রস্ট রেক বাড়াইতে হয়, কারণ এক্ষেত্রে বস্তুকে ছেদ করিয়া বাটালিকে ঢুকিতে হয়। আবার তামা, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতির গ্রায় খুব নরম এবং কাটিবার সময় ভাঙ্গিয়া যায় না এরূপ ধাতু কাটিবার সময় টপ ক্রস্ট রেক খুব বাড়াইয়া দেওয়া চলে। কারণ তাহাতে বাটালিটি অতি সহজেই বস্তুর মধ্যে প্রবেশ করিতে সমর্থ হয় এবং বস্তুটি নরম হওয়ায় এবং কাটিবার সময় ভাঙ্গিয়া না যাওয়ায় টপ ক্রস্ট রেক বাড়াইবার ফলে কাটিং অ্যান্গল কমিয়া গিয়া বাটালির মুখ যে দুর্বল হইয়া পড়ে তাহাতে কোন ক্ষতি হয় না।

যে উপাদান কাটা হইবে তাহার কাঠিন্য (Hardness), দৃঢ়তা (Tenacity), কোপের গভীরতা (Depth of Cut), প্রতি পাকে ফীড (Feed per Revolution) এবং মালের ফিনিসের (Finish) উপরে সাইড রেক (Side BAKE) নির্ভর করে।

শক্ত এবং টাক (Tough) উপাদান কাটিবার সময় ক্রস্ট ক্লিয়ারেন্স যতদূর সম্ভব কম হিতে হয়, যাহাতে কাটিং অ্যান্গল বেশী হইয়া

বাটালির মুখকে জোরদার করিতে পারে। মালের ব্যাসের উপরও ক্লিয়ারেন্স অ্যান্গল নির্ভর করে। যে ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্সবিশিষ্ট বাটালিতে ছোট ব্যাসের মাল স্বন্দররূপে কাটা যাইবে সেই একই বাটালিতে বড় ব্যাসের মাল কাটিবার সময় বাটালির সম্মুখভাগ মালের সহিত ঘর্ষণের ফলে নষ্ট হইয়া যাইবে। ফীডের হারও (Rate of Feed) ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স অ্যান্গলকে নিয়ন্ত্রিত করে। ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স অ্যান্গল যদি খুব বেশী দেওয়া হয় তাহা হইলে ফিনিস মালের উপর বাটালির অগ্রভাগের দাগ দেখা যাইবে।

ফীডের হার যত বেশী হইবে বাটালির যে দিক কাটিবে সেইদিকে সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যান্গল তত বেশী হইবে; যাহাতে কাটিবার সময় বাটালির যে কিনারা (Edge) কাটিবে, তাহার নীচের অংশ মালের সংস্পর্শে না আসে।

কোন উপাদানে কিরূপ টুলস অ্যান্গল দেওয়া উচিত তাহার একটি তালিকা নিম্নে দেওয়া হইল :—

উপাদান	টপ ফ্রন্ট রেক	টপসাইড রেক	লিপ অ্যান্গল	ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স	সাইড ক্লিয়ারেন্স
মাইল্ড ষ্টীল	20°	15°	65°	5°	6°
কাষ্ট আয়রন	10°	8°	70°	10°	6°
অ্যালয় ষ্টীল	10°	12°	77°	3°	6°
ব্রাস	0°	0°	84°	6°	12°
গান-মেটাল	2°	×	85°	3°	×

৯১ নং চিত্রে বিভিন্ন আকৃতির লেদের বাটালির ব্যবহার দেখান হইয়াছে।

অষ্টম অধ্যায়

কাটিং স্পীড ও ফীড (Cutting Speed and Feed)

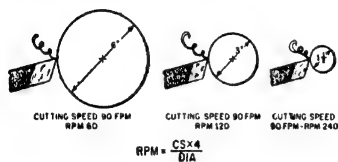
কাটিং স্পীড :—কাটিং স্পীড সব সময় ফুট প্রতি মিনিটে প্রকাশ করা হয়। বস্তুর পরিধির উপরের একটি বিন্দু এক মিনিটে যতটা পথ ঘোরে তাহাকে কাটিং স্পীড বলে। অর্থাৎ বস্তুটি এক মিনিটে যত পাক ঘোরে সেই কয়েক পাক যদি একটি সমতলভূমির উপর গড়ায়, তাহা হইলে বস্তুটির উপরের

একটি বিন্দু একটি সরলরেখায় যত ফুট আগাইয়া যায়, তাহাকে কাটিং স্পীড বলে। ইহাকে অল্প ভাবেও বলা চলে—যদি চিপ্‌স না কাটিয়া এক টানা টার্নিং করা সম্ভব হয়, তাহা হইলে এক মিনিটে যত ফুট লম্বা চিপস (Chips) কাটিবে, তাহাকে কাটিং স্পীড বলে। কাটিং স্পীড বাহির করিবার সূত্র হইতেছে

$$\text{কাটিং স্পীড} = \frac{\text{বস্তুর পরিধি (ইঞ্চিতে)} \times \text{প্রতি মিনিটে বস্তুর আবর্তন সংখ্যা}}{12} \text{ ফুট}$$

$$= \frac{\pi D \times \text{R. P. M.}}{12} \text{ ft.}$$

$$\text{অথবা R.P.M.} = \frac{12 \times \text{কাটিং স্পীড}}{\pi D}$$



৯৭ নং চিত্র

যখন D=বস্তুর ব্যাস (ইঞ্চিতে)

R.P.M.=প্রতি মিনিটে

আবর্তন সংখ্যা

$$\pi = \text{পাই} = 3.1416$$

উদাহরণ। একটি ৪ ইঞ্চি ব্যাসবিশিষ্ট মাইল্ড ষ্টীলকে ৭৫ ফুট কাটিং স্পীডে কাটিতে বস্তুর প্রতি মিনিটে কত পাক ঘোরাইতে হইবে?

সমাধান—

$$\text{R.P.M.} = \frac{12 \times \text{কাটিং স্পীড}}{\pi D} = \frac{12 \times 95}{3.1416 \times 4} = \frac{380}{3.1416} = 121 \text{ (আনুজ)}$$

ফীড—(Feed) :—লেদে টার্নিং-এর সময় বস্তুটি এক পাক ঘুরিলে বাটালাটি যতটা দূরত্ব আগাইয়া যায়, তাহাকে ফীড বলে। একটি বস্তুকে $\frac{1}{32}$ ইঞ্চি ফীডে কাটে বলিতে বুঝায়, বস্তুটি এক পাক ঘুরিলেই বাটালাটি $\frac{1}{32}$ ইঞ্চি আগাইবে অর্থাৎ বস্তুটি ৩২ পাক ঘুরিলে উহার ১ ইঞ্চি পরিমাণ জায়গা টার্নিং করা হইবে।

মেসিনের কাটিং স্পীড এবং ফীড প্রকৃত কত দেওয়া উচিত তাহা নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর নির্ভর করে :—

(১) বস্তুর আকৃতি, মাপ এবং দৃঢ়তা (Rigidity)। বিকেন্দ্রিক (Eccentric) বস্তুকে বেশী স্পীডে কাটা যায় না, তাহাতে বিপদের এবং মাপ খারাপ হইবার সম্ভাবনা থাকে।

(২) উপাদানের কাঠিন্য, তান্ব্যতা (Toughness) প্রভৃতি

- (৩) মেশিনের শক্তি (Power) এবং দৃঢ়তা (Rigidity)।
- (৪) কোপের গভীরতা এবং ফিনিসের মাত্রা।
- (৫) বাটারির উপাদান (কার্বন স্টীল, হাইস্পীড স্টীল, অ্যালয় স্টীল প্রভৃতি)।
- (৬) বাটারি কতক্ষণ অন্তর গ্রাইণ্ডিং করা হয়।
- (৭) কাটিং টুলের ব্যবহার।

সাধারণতঃ রাফ কাটিবার সময় গভীর কোপ এবং বেশী ফীড ব্যবহার হয়, আর ফিনিস কাটিতে হালকা কোপ ও ফিনিসের মাত্রা অল্পাধিক কম ফীড দেওয়া হয়। ছোট লেদে হালকা কাজে বেশী স্পীড, অল্প স্পীড দিয়া এক কোপে মাপের কাছাকাছি আনা হয় এবং আর এক কোপে ফিনিস করা হয়।

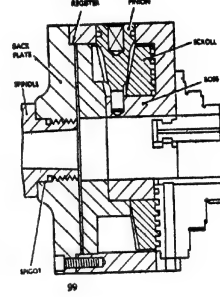
সাধারণতঃ ১৪% টাংগস্টেন (Tungsten) বিশিষ্ট হাইস্পীড স্টীলের (High-speed Steel) নির্মিত বাটারির ক্ষেত্রে যে কাটিং স্পীড ব্যবহার করা হয় তাহা নিম্নে প্রদত্ত হইল—

ধাতু	কাটিং স্পীড
হার্ড স্টীল (Hard Steel)	... 40-50 ফুট প্রতি মিনিটে
মাইল্ড স্টীল (Mild Steel)	... 120-200 " " "
কাষ্ট আয়রন (Cast Iron)	... 50-80 " " "
ব্রাস (Brass)	... 200-400 " " "
কপার (Copper)	... 200-300 " " "
অ্যালুমিনিয়াম (Aluminium)	250 450 " " "

নবম অধ্যায়

চাক ও চাকের কাজ

বাক প্লেট টার্নিং—মেসিন কিনিবার সময় মেসিনের সহিত যে চাক সরবরাহ করে, তাহাতে বাক প্লেট ফিট করা থাকে এবং উহা সোজা হুজি স্পিণ্ডল নোজে (Nose) আটকাইয়া কাজ করা যায়। কিন্তু নতুন চাক আলাদাভাবে কিনিলে মেসিনে ফিট করিবার জন্য অনেক সময় চাকের বাক প্লেট টার্নিং করিয়া লইতে হয়। বাক প্লেটের টার্নিং-এর দোষে অনেক সময় দেখা যায় নতুন চাকে বাঁধা জব (Job) বিকেন্দ্রিক-ভাবে ঘুরিতেছে। ইহার একটি প্রধান কারণ বাক প্লেট ফিটিং-এর দোষ।



৯৮ নং চিত্র

প্যাচযুক্ত স্পিণ্ডল নোজ অধিক প্রচলিত বলিয়া, এই প্রকার নোজে ফিট করে এইরূপ বাক প্লেটের ফিটিং সহজে এখানে আলোচনা করা হইবে। ৯৮ নং চিত্রে এরূপ একটি বাক প্লেট যুক্ত সেল্ফ-সেন্টারিং চাক দেখান হইয়াছে। বাক প্লেটের ঢালাইটিকে প্রথমে টার্নিং করিয়া ঢালাইয়ের উপরের আবরণটি (Scale) তুলিয়া ফেলিতে হয়। ফলে ঢালাইয়ের সময় ধাতুর ভিতর যদি কোন Stress উৎপাদন হইয়া থাকে তাহা দূরীভূত হয়। ইহার পর ঢালাইটিতে বোর (Bore) করা হয় এবং স্পিণ্ডল নোজের উপর যে খেঁড় কাটা থাকে সেই খেঁড় এই বোরে কাটা হয়। এই একই সেটিং-এ অর্থাৎ একই ভাবে বাঁধা অবস্থায়, স্পিণ্ডলের মূখে স্পিগট (Spigot) নামে পরিচিত খেঁড়ের অংশের ব্যাস অপেক্ষা সামান্য একটু বেশী ব্যাসের যে অংশটুকু থাকে তাহাতে ফিট করে এরূপভাবে প্রস্তুত বোরের সম্মুখের দিকের অল্প একটু অংশ বড় করিতে হয় ও বাক প্লেটের পশ্চাদিক ফেস করিতে হয়।

বোরের সম্মুখের এই বর্ধিত অংশটুকু (Recess) স্পিণ্ডল নোজের উপর ফিট হইয়া বাক প্লেটটিকে এককেন্দ্রিকভাবে (Concentric) ঘোরায় ফলে, ইহারই উপর প্লেটের নিখুঁতত নির্ভর করে। সেইজন্য এই অংশটুকু অত্যন্ত সাবধানে এরূপভাবে কাটিতে হয়, বাহাতে ইহা স্পিণ্ডল

নোজের শিগটে পুশ ফিট হইয়া বসে। ড্রাইভিং ফিট বা রানিং ফিট ব্যাক প্লেটের নিখুঁতত্ব নষ্ট করে। ব্যাক প্লেটে থেঁড়টি এরূপভাবে কাটিতে হইবে যেন উহা স্পিণ্ডল নোজের থেঁড়ে আলগাভাবে ফিট করে। কারণ তাহা না হইলে, ইহার ফলে যে কেবল চাকটি খুলিতে ও পরাইতেই অহেতুক কষ্ট হইবে তাহাই নহে, ইহার ফলে বোরের সম্মুখের বর্ধিত অংশের পরিবর্তে থেঁড়টিই স্পিণ্ডল নোজের উপর ব্যাক প্লেটের অবস্থান নির্ধারণ করিবে, যাহা মোটেই বাঞ্ছনীয় নয়।

অত্যন্তরীণ থেঁড় ও বোরের সম্মুখের অংশটুকু কাটা হইয়া যাইলে ব্যাক প্লেটটি যে মেসিনের উদ্দেশ্যে নির্মিত সেই মেসিনে ফিট করিয়া চাকটি ব্যাক প্লেটের যে অংশে ফিট হইবে সেই অংশটি কাটিতে হয়। এই অংশটি রেজিষ্টার (Register) নামে পরিচিত। ব্যাক প্লেটের রেজিষ্টারে ফিট করিবার জন্ত চাকের পিছন দিকে যে অগভীর বোর বা রিসেস (Recess) থাকে তাহা সাধারণতঃ $\frac{1}{4}$ ইঞ্চির অধিক গভীর হয় না। সুতরাং ব্যাক প্লেটের রেজিষ্টার অংশের দৈর্ঘ্য $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি অপেক্ষা সামান্য ছোট করিতে হইবে, যাহাতে ব্যাক প্লেট ও চাকের মধ্যে এই অংশে ফাঁক থাকে।

ব্যাক প্লেটের রেজিষ্টারে চাক যেন পুশ ফিট হইয়া বসে সেদিকে সতর্ক দৃষ্টি রাখিতে হইবে। ইহার উপর চাকের নিটালভাবে ঘোরা নির্ভর করে। ড্রাইভিং ফিট হইলে চাকের বডি (Body) এবং রিসেস বিকৃত হইবে, ফলে চাক নিটালভাবে ঘোরান সম্ভব হইবে না।

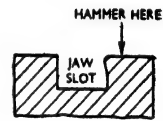
চাকটি ব্যাক প্লেটের রেজিষ্টারে বসিলে চারটি বা ছয়টি স্ক্রু দ্বারা ইহাকে ব্যাক প্লেটের সহিত আঁটিয়া রাখা হয়।

চাক নির্মাণের সময় চাকের বাহিরের ব্যাস ও ব্যাক প্লেটে ফিট করিবার রিসেস একই সেটিং-এ কাটা হয়। ইহা জানা থাকা বিশেষ প্রয়োজন। কারণ, ইহা জানা থাকিলে ব্যাক প্লেটে চাকটি সঠিকভাবে ফিট করা হইয়াছে কি না তাহা অতি সহজে পরীক্ষা করা যায়। ব্যাক প্লেটে চাক ফিট করিয়া ডায়াল গেজ দ্বারা চাকের বাহিরের পৃষ্ঠ 0.0005 ইঞ্চির মধ্যে নিটালভাবে ঘুরিতেছে কিনা পরীক্ষা করিলেই বুঝা যাইবে ব্যাক প্লেট এবং চাকের ফিটিং সঠিক হইয়াছে কি না।

চাক স্বেচ্ছাশ্রম—চাক খরাপ হইয়া যাইবার একটি প্রধান কারণ হইতেছে উহার ক্রলের ক্ষয়। ক্রলের ভিতর বাহিরের নোংরা, চিপ্‌স এবং

অগ্রাংশ ক্ষয়কারী বস্তুর কণা অতি সহজে ঢোকে এবং ফলে ক্ললটি অতি শীঘ্র ক্ষয়িষ্ণু হইয়া যায়। চাকের পিছন দিক হইতে ব্যাক প্রেট ও ব্যাক কভার প্রেট খুলিয়া চাকের ভিতর অংশ পুরু গ্রীজ দ্বারা ভরতি করিয়া বাহিরের ক্ষতিকর বস্তু ভিতরে ঢোকা রোধ করা যায়। ব্যাক প্রেট ও ব্যাক কভার প্রেট না খুলিয়া চাকের গায়ে একটি ড্রিল করিয়া সেইখানে হাই প্রেশার গ্রীজ গানের নিপল (Nipple) বসাইয়া হাই প্রেশার গ্রীজ গানের সাহায্যে চাকের ভিতর গ্রীজ ঢোকান যায়। নিপল্টি বসাইবার সময় খেয়াল রাখা দরকার নিপল্টি যেন চাকের গায়ের ভিতরে সম্পূর্ণ ঢুকিয়া থাকে। তাহা না হইলে উহাতে মেশিন চালকের পোষাকের কোন অংশ আটকাইয়া বা মেশিন চালকের হাতে লাগিয়া দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। গ্রীজ নিপলের গর্তটি ক্রু প্রাগ দ্বারা বোজাইয়া দিয়া চাকের গা সমান করা যায়। কিছুকাল ব্যবহারের পর গ্রীজ খুইয়া কমিয়া যাইলে গ্রীজ গানের সাহায্যে পুনরায় গ্রীজ ঢোকাইয়া দিতে হইবে।

ক্রল-এ ফিট হইবার জন্য জ-এর নীচের দিকে যে দাঁত কাটা থাকে, তাহার ক্ষয়ের জন্যও সময় সময় চাকে নির্ভুল কাজ পাওয়া যায় না। কিন্তু এই ক্ষয় আশ্চর্যরকম কম হয় ও অত্যন্ত পুরান চাকেই কেবলমাত্র এই ক্ষয় দেখা যায়। 'জ' ক্রলে আলাগা হইয়া যাইলে, জ-এর দাঁতের একপার্শ্বে হাতুড়ী দ্বারা পিটাইয়া উহার মাথাটি ১৯নং চিত্রের ন্যায় দাঁতের স্লটের দিকে একটু বাড়াইয়া দেওয়া হয়। পরে গ্রাইণ্ডিং করিয়া দাঁতগুলিকে ক্রলের মাপে আনা হয়।

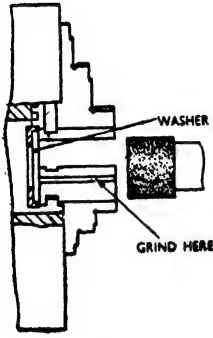


১৯ নং চিত্র

চাকের 'জ' গ্রাইণ্ডিং—যে জ-সকল বার (Bar) অর্থাৎ রড ধরিতে ব্যবহৃত হইবে, সেই জ-সকল পুনরায় গ্রাইণ্ড করিবার সময় অনেকে জ-সকল দ্বারা একটি রিং-এর অভ্যন্তর জ-এর বাহ্যর দিক দ্বারা ধরিয়া গ্রাইণ্ড করেন। 'জ' পুনরায় গ্রাইণ্ড করিবার ইহা একটি বহু প্রচলিত সম্পূর্ণ ভুল পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে জ-এর দাঁতগুলি বার (Bar) টাইট দিবার সময় ক্রলের যে পার্শ্ব স্পর্শ করিবার কথা গ্রাইণ্ডিং করিবার সময় তাহার বিপরীত পার্শ্ব স্পর্শ করে। এইভাবে 'জ' গ্রাইণ্ডিং করিবার পর যখন চাকে রড ধরা হয়, তখন দেখা যায় রড নিটালভাবে ঘুরিতেছে না। সেইজন্য যে জ-সকল রড ধরিবার কার্ণে ব্যবহৃত হইবে সেই জ-সকল গ্রাইণ্ডিং করিবার সময় ১০০ নং চিত্রের ন্যায়

জ-এর পিছন দিকে ক্রলের সহিত ফিট করিবার জন্য যে দাঁত কাটা থাকে তাহার প্রথমটির দ্বারা একটি ওয়াশারকে বাহিরের দিকে চাপিয়া ধরিতে হইবে। ওয়াশারে গর্ত থাকার জন্য গ্রাইন্ডিং হইল জ-এর ভিতরদিক গ্রাইন্ডিং করিবার সময় পাচার হইতে পারিবে।

চাকটি নিজস্ব ব্যাক প্লেটে আটকান অবস্থায় লেদ স্পিণ্ডলে চাপাইয়া গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট সাহায্যে গ্রাইন্ডিং করা যায়। আবার চাকটি ব্যাক প্লেট হইতে খুলিয়া ইউনিভার্সাল গ্রাইন্ডিং



১০০ নং চিত্র

মেসিনের ফেস প্লেটে বাধিয়া গ্রাইন্ডিং করা যায়। কিন্তু শেঘোক্ত ক্ষেত্রে চাকের গা সম্পূর্ণ নিটালভাবে ঘুরিতেছে কিনা ডায়াল ইন্ডিকেটর সাহায্যে ভালভাবে পরীক্ষা করিতে হইবে। গ্রাইন্ডিং হইয়া যাইলে ফেস প্লেট হইতে খুলিবার পূর্বে চাকে সমস্তরাল টেষ্ট বার সকল বাধিয়া পরীক্ষা করিতে হইবে (১০৬ নং চিত্র)। এক একবার এক একটি পিনিয়ন সাহায্যে টাইট দিয়া পরীক্ষার ফলের একটি তালিকা তৈয়ারী করিতে হইবে। পরীক্ষার ফল লক্ষ্য করিলে দেখা

যাইবে, একটি বিশেষ পিনিয়ন দ্বারা টাইট দিলে ফল সর্বাপেক্ষা ভাল পাওয়া যায়। ঐ বিশেষ পিনিয়ন একটি চিহ্ন দ্বারা নির্দিষ্ট করিতে হইবে এবং পরে কেবলমাত্র ঐ পিনিয়নটি চাক টাইট দিবার জন্য ব্যবহার করিতে হইবে। চিহ্নিত পিনিয়ন দ্বারা টেষ্ট বার টাইট দিলে উহা যদি .002 ইঞ্চি টালের মধ্যে ঘোরে, তাহা হইলে ধরিতে হইবে গ্রাইন্ডিং ঠিক হইয়াছে। কারণ, সাধারণ চাক নির্মাণের সময় .002 ইঞ্চি টলারেন্স দেওয়া হয়।

সেল্ফ সেন্টারিং চাকে বস্ত্র টাইট দিবার সময় সর্বদা একটি বিশেষ পিনিয়ন ব্যবহারের কারণ—২৮ নং চিত্রটি লক্ষ্য করিলে বোঝা যাইবে ক্রলটি ঘাঘাতে বস-এ (Boss) কোনরূপে বাধা না পাইয়া সহজে ঘুরিতে পারে তৎক্ষণাৎ ক্রল ও বদের মধ্যে রানিং স্ক্রিয়ারেন্স থাকা প্রয়োজন। যে পিনিয়ন দ্বারা ক্রলটি ঘোরান হয় তাহার বিপরীত দিকে, রানিং স্ক্রিয়ারেন্সের

জন্ত যে ফাঁকটুকু থাকে, তাহার সমান পরিমাণ জ্বলটি সরিয়া যায় ।
সুতরাং আলাদা আলাদা পিনিয়ন ব্যবহারে জ্বলের অবস্থানও বদলাইয়া যায় ।
জ্বলের যে অবস্থানে অর্থাৎ জ্বলটি যে পিনিয়ন দ্বারা ঘোরাইয়া চাকের জ-
গুলিকে ঠিক সেন্টার করা হইয়াছে সেই পিনিয়নটিতে গোল বা ঐরূপ কোন
চিহ্ন থাকে । সেল্ফ সেন্টারিং চাকে ‘জ’ টাইট দিবার সময় ঐ চিহ্নিত
পিনিয়নটি সকল সময় ব্যবহার করিতে হয় ।

সেল্ফ সেন্টারিং চাকে যদি বস্ত্র ঠিক সেন্টারে বাঁধা না যায়,
তাহা হইলে কি করিতে হইবে—চাক পুরান হইয়া যাইলে পূর্ব বর্ণিত
জ্বলের অ্যাডজাস্টমেন্ট নষ্ট হইয়া যায় । তখন চিহ্নিত পিনিয়ন দ্বারা টাইট
দিলে জ-গুলি ঠিক সেন্টার নাও হইতে পারে । সুতরাং তিনটি পিনিয়ন দ্বারাই
আলাদা আলাদাভাবে টাইট দিয়া পরীক্ষা করিয়া দেখিতে হইবে, কোন
পিনিয়নে ফল ভাল পাওয়া যাইতেছে । তাহার পর সেই পিনিয়নে একটি
চিহ্ন করিয়া লইয়া ঐ পিনিয়নটি সর্বদা ব্যবহার করিতে হইবে । এইভাবে
পরীক্ষা করিয়া যদি দেখা যায়, কোন পিনিয়ন দ্বারাই ‘জ’ গুলিকে ঠিক কেন্দ্রে
আনা যাইতেছে না, তাহা হইলে পিনিয়ন তিনটির মধ্যে যেটি সর্বাপেক্ষা ভাল
কাজ দিবে, সেইটি দ্বারা একটি বস্ত্র চাকে বাঁধিয়া বস্ত্রটিকে আস্তে আস্তে
ঘোরাইয়া ডায়াল গেজ সাহায্যে বস্ত্রটি কোন অবস্থানে সর্বাপেক্ষা উঁচা হইতেছে
বাহির করিতে হইবে এবং উঁচাদিকের ‘জ’-এ একটি সীসার হাতুড়ী দ্বারা
জোরে ঘা মারিতে হইবে । ইহার ফলে জ্বলটি বিপরীত দিকে একটু সরিয়া
যায় এবং বস্ত্রটির নিটালভাবে ঘুরিবার সম্ভাবনা থাকে । এইভাবে ‘জ’ সেন্টার
করিয়া খুব হাল্কা কোপ দিয়া বস্ত্র কাটিতে হয়, তাহা না হইলে জ্বল পুনরায়
সরিয়া গিয়া বস্ত্রটির টালে ঘুরিবার সম্ভাবনা থাকে ।

পুরান চাকে নিটালভাবে বস্ত্র বাঁধিবার আর একটি পন্থা হইতেছে, যে
পিনিয়ন দ্বারা সর্বাপেক্ষা কম টালে বস্ত্র বাঁধা যায় সেই পিনিয়ন সাহায্যে
বস্ত্রটিকে টাইট দিয়া ডায়াল ইন্ডিকেটর সাহায্যে দেখিতে হইবে বস্ত্রটির
সর্বাপেক্ষা বেশী টাল কত । সর্বাপেক্ষা বেশী টাল যত হইবে তাহার অর্ধেক
পরিমাণ কাগজের প্যাংকিং যেদিকের টাল সর্বাপেক্ষা বেশী সেইদিকের ‘জ’ ও
বস্ত্র মধ্য দিয়া টাইট দিতে হইবে । তাহা হইলে বস্ত্রটি নিটাল হইবে ।

**সেল্ফ সেন্টারিং চাকের জ-গুলি খুলিয়া পুনরায় কিরূপে সেট
করিতে হয় ?**

সেল্ফ সেন্টারিং চাকের জ-গুলি একবার খুলিয়া পুনরায় উহাকে ঠিকমত না লাগাইলে উহা আর বস্তুকে নিটালভাবে ধরিতে না। এইজন্য সেল্ফ সেন্টারিং চাকের জ-গুলি কিরূপ পরাইতে হয়, তাহা জানা বিশেষ প্রয়োজন।

লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে জ-গুলি ১, ২, ৩ সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা আছে এবং যে স্নটে জ-গুলি ফিট হইবে সেগুলিও ১, ২, ৩ সংখ্যার দ্বারা চিহ্নিত করা আছে। চাক ছাণ্ডল দ্বারা ক্রলটি ঘোরাইয়া ক্রলের আরম্ভটি ঠিক ১ নম্বর চিহ্নিত স্নটের সামান্য আগে লইয়া আসিতে হইবে। তাহার পর ১ নম্বর চিহ্নিত জ-টি ১ নম্বর স্নটে ঢোকাইয়া চাক ছাণ্ডল দ্বারা ক্রলটি একটু ঘোরাইতে হইবে। কিন্তু লক্ষ্য রাখিতে হইবে ক্রলের আরম্ভটি যেন ২ নম্বর স্নট ছাড়াইয়া না যায়। ১ নম্বর জ-টি এইবার টানিয়া দেখিতে হইবে উহা বাহির হইয়া আসিতেছে কি না। উহা যদি বাহির হইয়া না আসে তাহা হইতে বুঝিতে হইবে উহা ঠিকমত ক্রলে আটকাইয়াছে। এইবার ২ নম্বর জ-টি ২ নম্বর স্নটে ঢোকাইয়া পূর্বের ন্যায় চাক ছাণ্ডল দ্বারা ক্রলটি ঘোরাইতে হইবে এবং এইবারও লক্ষ্য রাখিতে হইবে ক্রলের আরম্ভটি যেন ৩ নম্বর স্নট ছাড়াইয়া না যায়। ২ নম্বর জ-টি টানিলে যদি বাহির হইয়া না আসে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে উহা ঠিকমত ফিট হইয়াছে। এইভাবে ৩ নম্বর জ-টি ৩ নম্বর স্নটে ফিট করিতে হইবে।

‘জ’ তিনটি ফিট হইয়া যাইলে চাক ছাণ্ডল ঘোরাইয়া জ-গুলিকে একদম কেন্দ্রে লইয়া যাইতে হইবে। যদি দেখা যায় তিনটি ‘জ’ মুখোমুখি মিলিয়া গিয়াছে, তাহা হইলে বুঝিতে হইবে জ-গুলি ঠিক ফিট হইয়াছে, আর যদি তাহা না হয় তাহা হইলে জ-গুলিকে খুলিয়া ফেলিয়া পুনরায় পূর্ব বর্ণিত উপায়ে ফিট করিতে হইবে।

চার জ-বিশিষ্ট চাকের ব্যবহার—চার জ-বিশিষ্ট ইণ্ডিপেন্ডেন্ট চাকে ১০২ নং চিত্রের ন্যায় জ-গুলি সোজা রাখিয়া বা ১০৩ নং চিত্রের ন্যায় জ-গুলিকে উটাইয়া জবটিকে ধরা যায়। যদি কোন বস্তুকে বিকেন্দ্রিকভাবে টাণিং করিতে হয় তাহা হইলে বস্তুটিকে ১০৩ নং চিত্রের ন্যায় বিকেন্দ্রিকভাবে ধরিয়া টাণিং করিতে হইবে। নানা প্রকার আঁকাবাঁকা জব চার-জ চাকে কিরূপে ধরা হয় তাহা ১০৫ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে।

চাকের গায়ে সার্কলের দাগ—কোন জবকে চার জ-বিশিষ্ট ইণ্ডিপেন্ডেন্ট চাকে বাঁধিবার সময় চাকের জ-গুলিকে কেন্দ্র হইতে সমদূরে এবং

একটি নির্দিষ্ট ব্যাসে স্থাপন করা মুশ্কিল হয়। জবকে চাকে তুলিয়া দেখা যায় জ-গুলিকে অনেকটা করিয়া হয় ভিতরদিকে না হয় বাহির দিকে সরাইতে হইবে। জব যদি ভারী হয় তাহা হইলে জব চাকে তুলিয়া জ-গুলি ঘোরান খুবই কষ্টসাধ্য। তাহার পর জব বাধা হইলে দেখা যাইবে ইহা ভয়ানক টালে ঘুরিতেছে। তখন এই টাল ডাক্সা আর এক কষ্টসাধ্য ব্যাপার।

উপরিউক্ত অস্থবিধা দূর করিবার জন্য চাকের উপর $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি অন্তর বৃত্তাকার দাগ কাটা থাকে এবং অনেক সময় বৃত্তগুলি কোনটি কত ব্যাসের তাহা পাশে চিহ্নিত করা থাকে। এই বৃত্তগুলি দেখিয়া জ-গুলিকে সেট করিলে জব সহজে চাকে বাধা যায় ও মোটামুটি সেন্টার হয়। পরে অল্প একটু টাল ভান্সিয়া লইলে কাজের উপযুক্ত হয়।

কিন্তু জ-গুলিকে বৃত্তের দাগ দেখিয়া সেট করার এক বিশেষ অস্থবিধা হইতেছে যে জ-এর ধাপগুলি সার্কলের দাগ হইতে অনেক উচুতে। এই ধাপগুলি হইতে একটি লাইন যদি চাকের গা পর্যন্ত টানা যায়, তাহা হইলে ‘জ’ সেট করিতে খুব অস্থবিধা হয়। লাইনগুলি যাহাতে স্থায়ী হয় তার জন্য কার্বাইড টীপ্‌ড টুল-এর মুখ দ্বারা এই দাগ টানা যায়। কেস্ হার্ডনিং করা জ-এ এই দাগ বহুদিন থাকে। অশুখায় কপার সাল্‌ফেট সলিউশন (তুতের জল) জ-য়ের গায়ে লাগাইয়া তাহার উপর দাগ টানিলেও পরিহারভাবে অনেকদিন দেখা যায়।

চাক খোলা—লেদ স্পিণ্ডল হইতে ছোট চাক খুলিবার একটি প্রচলিত পদ্ধতি হইতেছে, পিনিয়নকে ঘোরাইবার জন্য পিনিয়নের উপর যে চাবির ঘাট কাটা থাকে তাহাতে চাকের চাবিটি আটকাইয়া সজোরে একটি টান মারা। ইহার ফলে ব্যাক প্লেটের থ্রেড, স্পিণ্ডল-নোজের থ্রেডে আলগা হইয়া যায়। কিন্তু এইভাবে চাক খোলা অসুচিৎ। ইহার ফলে চাকের চাবি, চাবির ঘাট এবং পিনিয়নের ক্ষতি হয় এবং পিনিয়ন ও ক্রলের ফিটিং নষ্ট হইয়া যায়।

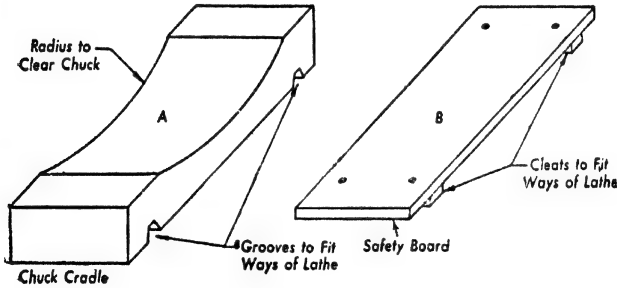
একটি অ্যাড্‌জাস্টেবল স্প্যানার দ্বারা ছোট চাকের একটি জ-কে প্রাস্থের দিকে ধরিয়া, হেডষ্টক স্পিণ্ডলকে ব্যাক গিয়ারের সহিত যুক্ত করিয়া আটকাইয়া স্প্যানারের শেষ প্রান্ত ধরিয়া সজোরে টান মারিলে চাকটি খুলিয়া যাইবে। ইহাতে চাকের বিশেষ ক্ষতি হয় না। কারণ, ধাতু কাটিবার সময় জ-এর উপর সময় সময় ইহা অপেক্ষা অধিক ধাক্কা ও মোচড়

লাগে এবং জ-গুলি যাহাতে এ সকল সহ্য করিতে পারে সেইভাবেই নির্মিত।

বড় চাকের ক্ষেত্রে একটি লম্বা ফ্ল্যাট বার চাকে বিপরীত দু'টি 'জ' দ্বারা ধরা হয়। হেডষ্টক পিণ্ডলকে ব্যাক গিয়ারের সহিত যুক্ত করিয়া বারের অপর প্রান্তে ধরিয়া সজোরে টান মারিলে চাকটি খুলিয়া যায়।

বড় ফেস প্লেটও ঠিক এইভাবে খোলা হয়। কিন্তু ফেস প্লেটে কোন 'জ' নাই বলিয়া ফ্ল্যাট বারের মুখে দুটি রড এক্রপভাবে ওয়েল্ড করিয়া লইতে হয়, যাহাতে এগুলি ফেস প্লেটের স্নটে আটকায়। পূর্বের ভাষ্য বারের অপর প্রান্তে সজোরে ধাক্কা মারিয়া ফেস প্লেট খোলা হয়।

বেণ্ট চালিত লেদে চাক খুলিবার একটি পুরাতন পদ্ধতি হইতেছে বেডের পিছনের স্লাইডে একটি কাঠখণ্ড রাখিয়া চাকের একটি জ-কে ঐ কাঠখণ্ডে আঘাত করা। এই পদ্ধতিতে হেডষ্টক পিণ্ডলকে ব্যাক গিয়ার যুক্ত করা হয় ও একটি কাঠখণ্ড বেডের পিছনের স্লাইডে রাখা হয়। এই সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে কাঠখণ্ডটির উচ্চতা যেন মোটামুটি সেন্টারের উচ্চতার সমান হয়। সেন্টার হইতে খুব বেশী উঁচু বা নীচু কাঠখণ্ড লওয়া উচিত নহে। বেণ্ট ধরিয়া হাতে চাকটিকে উল্টাদিকে ঘোরাইলে একটি 'জ' কাঠখণ্ডের সহিত ধাক্কা খায় এবং চাকটি খুলিয়া যায়। এই পদ্ধতি কেবলমাত্র বেণ্ট



১০১ নং চিত্র

চালিত লেদেই সম্ভব। কারণ, অল গিয়ার হেডষ্টকে চাক হাতে উল্টাদিকে জোরে ঘোরাইবার কোন ব্যবস্থা নাই। বিপরীত দিকে ঘোরাইবার ব্যবস্থা করিয়া পাওয়ায় চাককে বিপরীত দিকে ঘোরান নিরাপদ নহে। চাক মেশিন পিণ্ডলে এক্রপভাবে অবস্থিত যে ইহা খুলিবার বা পরাইবার সময় ইহাকে

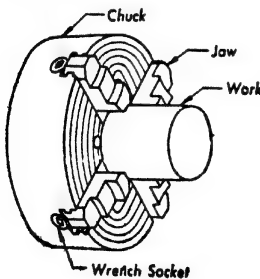
সুবিধামত ধরা যায় না। ফলে, ইহা যদি হাত ফস্কাইয়া যায়, তাহা হইলে মেশিন চালক আহত হইতে পারেন ও মেশিনের বেডের ক্ষতি হইতে পারে। সেইজন্য চাক পরাইবার বা খুলিবার সময় চাকের নীচে ১০১ নং চিত্রের স্থায় একটি কাঠের ব্লক দেওয়া উচিত। কাঠের ব্লকটির তলার দিক মেশিন বেডের পথের আকৃতিতে কাটা হয় এবং উপরের দিক চাকের মাপে করা হয়। উহা বেডের উপর বসাইয়া চাকের তলায় লইয়া আসিলে উহা যেন চাককে মাত্র (Just) স্পর্শ করে। ইহার ফলে চাকটি খুলিতে ও পরাইতে সুবিধা হয়।

চার জ-বিশিষ্ট চাকে মাল বাঁধিবার নিয়ম—

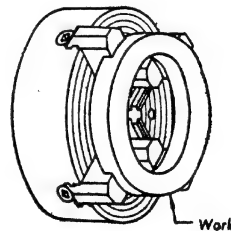
১। চাকের গায়ে বৃত্তাকার দাগ দেখিয়া জ-গুলিকে ইঙ্গিত ব্যাসে সেট করিতে হইবে।

২। জব ও জ-এর মাঝে প্যাকিং পিস দিয়া জবটি টাইট করিতে হইবে। ইহার ফলে জবে জ-এর দাগ বসে না এবং জবটি টালে ঘুরিলে টাল ভাঙ্গিবার সুবিধা হয়।

৩। জবটি যদি টালে ঘোরে তাহা হইলে চাকের যতদূর সম্ভব কাছে ঘুরন্ত জবটির সামনে একটি খড়ি ধরিতে হইবে। ইহার ফলে জবের যেদিকে খড়ির দাগ পড়িবে বুঝিতে হইবে সেইদিক উঠু আছে। দাগের বিপরীত দিকে জ-কে আলগা করিয়া দাগের দিকের জ-কে টাইট দিতে হইবে। যতক্ষণ না পর্যন্ত জবটি সেটার হয় ততক্ষণ পর্যন্ত জবটি এইভাবে বারবার খড়ি দ্বারা দাগ দিয়া জ-গুলিকে অ্যাড্জাস্ট করিতে হইবে। এই কার্যটি মার্কিং ব্লক সাহায্যেও করা হাইতে পারে।



১০২ নং চিত্র—সেন টার্নিং

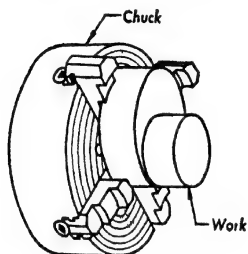


১০৩ নং চিত্র—বোর টার্নিং

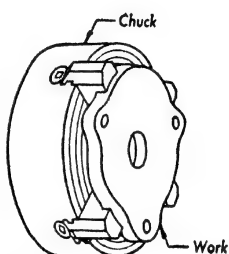
৪। যদি পূর্বে টার্নিং করা অংশকে চাকে ধরিয়া জবের অপর অংশ

নিম্নতভাবে টার্নিং করিতে হয় তাহা হইলে খড়ি বা মার্কিং ব্লকের পরিবর্তে ডায়াল ইন্ডিকেটর সাহায্যে টাল ভাঙ্গিতে হইবে।

৫। পূর্বে বোর করা থাকিলে বোরটির সহিত বাহিরের পৃষ্ঠ কতটা নিটাল হওয়া প্রয়োজন তাহার মাত্রা অনুযায়ী মার্কিং ব্লক বা ডায়াল ইন্ডিকেটর সাহায্যে বোরটি টাল ভাঙ্গিতে হইবে।



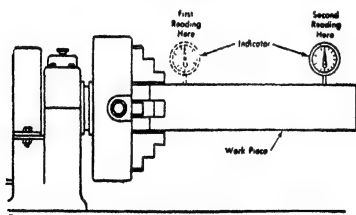
১০৪ নং চিত্র—বিকল্পিত টার্নিং



১০৫ নং চিত্র—অনিয়মিত বাহ্য আকৃতি
বিশিষ্ট বস্তু ধরিবার রীতি

৬। জবটির চাকের দিক নিটাল হইয়া যাইলে একটি কাঠের ম্যালেট বা মুগুর অথবা একখণ্ড ব্রাস সাহায্যে ঠুকিয়া জবের অপর প্রান্ত পূর্ব বর্ণিত খড়ি, মার্কিং ব্লক বা ডায়াল ইন্ডিকেটর (কাজ অনুযায়ী) সাহায্যে টাল ভাঙ্গিতে হইবে। জ' এবং জবের মধ্যে প্যাকিং পিস না থাকিলে এই টাল সহজে ভাঙ্গা যায় না এবং 'জ' ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

৭। জবটি যদি প্রস্থে এরূপ ছোট হয় যে, উহা চাকের জ-এর ধাপে গিয়া না আটকায় তাহা হইলে জব ও চাকের জ-এর ধাপের মাঝে প্রয়োজনীয়

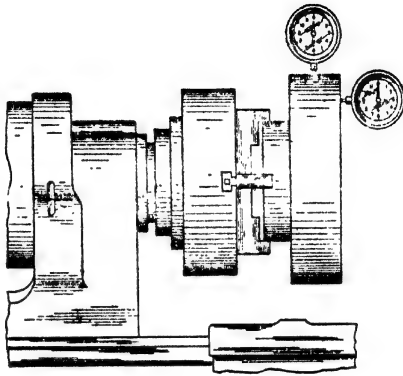


১০৬ নং চিত্র

ব্যাসের টার্নিং করা রড (নিকেল স্টিলের হইলে ভাল হয়) দিতে হইবে। রডগুলি যাহাতে পড়িয়া না যায়, তার জন্য একটি স্প্রিং সাহায্যে উহাকে জ-এ আটকাইয়া রাখা চলে।

৮। জবটি কাটিবার পূর্বে সব কয়টি জ-কে সমানভাবে টাইট দিতে হইবে।

৯। যদি একই মাপের একাধিক মাল চাকে কাটিতে হয়, তাহা হইলে দুইটি পাশাপাশি জ-এ থড়ি দ্বারা দাগ দিতে হইবে। জবটি টার্নিং হইয়া যাইবার পরে প্রতিবার কেবলমাত্র এই দুইটি 'জ' খুলিয়া জবটি নামাইয়া লইয়া পরবর্তী জবটি চাকে বাধিলে



১০৭ নং চিত্র

বার বার নিটোল করিবার জগ্ন অথবা সময় নষ্ট করিতে হইবে না।

১০। ওভারল্যান্ড কাজের সময় যে ব্যাসের বস্তু ধরিতে হইবে, সেই ব্যাসে জ-গুলি খুলিয়া হাক্কা কোপ দিয়া জ-গুলি টার্নিং করিয়া লইলে চাকে বস্তুটি খুব দৃঢ়ভাবে ধরা যায়। এইরূপ করিবার আগে হার্ডনিং করা জ-গুলি অ্যানিল করিয়া নরম করিয়া লইতে হইবে। নরম 'জ' কিনিতে পাওয়া যায়। চাকের সঙ্গে কয়েক গেট নরম 'জ' কিনিয়া লওয়া বুদ্ধিমানের কাজ।

১১। **সাংবাদিকতা**—চাকে জবটি বাধা হইলে মেশিনটি পাওয়ারে চালাইবার পূর্বে হাতে দু'এক পাক ঘোরাইয়া লইতে হইবে। কারণ মেশিন চালকের অসাবধানতার জগ্ন অনেক সময় চাক-জ, জবের কোন অংশ বা ঐরূপ কিছু মেশিনে ধাক্কা লাগিয়া দুর্ঘটনা ঘটাইতে পারে।

চাকের যত্ন—১। অগ্ন্যাগ্ন সকল যন্ত্র যন্ত্রের গ্যায় চাককেও মাঝেমাঝে পরিষ্কার করিয়া ভালভাবে তেল (Lubricating oil) দিতে হয়। একটি ব্রাস কেরসিন তেলে ভিজাইয়া জ-এর পিছন দিক পরিষ্কার করিতে হয়। প্যারাক্সিনে ব্রাস ভিজাইয়া জল পরিষ্কার করিতে হয়।

২। সেল্ফ সেটোরিং চাক টাইট দিবার জগ্ন চাক কি-এর ছাণ্ডলে পাইপ লাগাইয়া টাইট দিতে নাই। চাকের সহিত যে ছাণ্ডল দেওয়া হয় তাহারা যদি কোন বস্তুকে যথেষ্ট টাইট দেওয়া না যায়, তাহা হইলে বুঝিতে হইবে ঐ বস্তুর পক্ষে চাকটি ছোট। তখন বড় চাকে বস্তুটি বাধিয়া টার্নিং করিতে হইবে।

দশম অধ্যায়

ম্যাণ্ড্রেল (Mandrels)

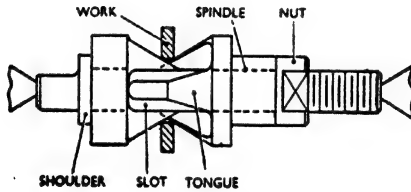
ম্যাণ্ড্রেল এবং আরবারের মধ্যে তফাত কি ?

ম্যাণ্ড্রেল—অভ্যন্তরস্থ গর্তের (Hole) সঙ্গে বাহিরের পৃষ্ঠ যাহাতে নিটালভাবে (True) টার্নিং করা যায়, তজ্জগা ড্রিল, বোর বা রিমার করা বস্তুকে ধরিবার জগা যে শাক্ট অথবা বার ব্যবহার করা হয় তাকে ম্যাণ্ড্রেল বলে।

আরবার—কাটিং টুলস—যেমন, মিলিং কাটার—ধরিবার ও ঘোরাইবার উদ্দেশ্যে যে স্পিন্ডল (Spindle) বা বার (Bar) ব্যবহার করা হয়, তাকে আরবার বলে।

ম্যাণ্ড্রেল কয় প্রকার ? ম্যাণ্ড্রেল প্রধানতঃ দুই প্রকারের—

(1) সলিড টাইপ (Solid Type)—ইহা টুল ষ্টীলের নির্মিত হয়

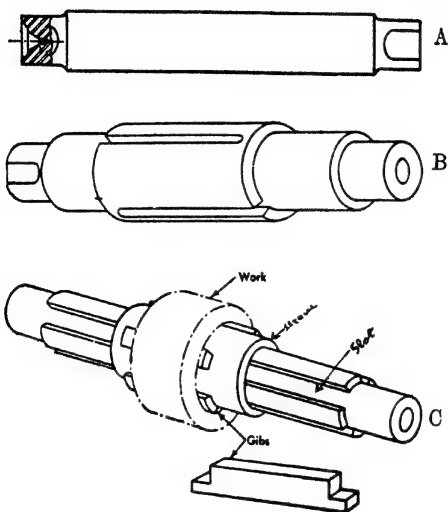


১০৮ নং চিত্র

এবং ইহাতে সাধারণতঃ প্রতি ফুটে .006 ইঞ্চি টেপার থাকে। ইঙ্গিত (Required) ব্যাস সাধারণতঃ ম্যাণ্ড্রেলের মাঝামাঝি জায়গাতে থাকে। ছোট ব্যাস দ্বিপ্ত ব্যাস অপেক্ষা যতটা ছোট হয় বড় ব্যাস দ্বিপ্ত ব্যাস অপেক্ষা ঠিক ততটা বড় হয়। সূক্ষ্ম কাজের উদ্দেশ্যে যে সকল ম্যাণ্ড্রেল নির্মিত হয়, তাহাতে প্রতি ফুটে 0.002 ইঞ্চি টেপার থাকে এবং পূর্বের জায় ম্যাণ্ড্রেলের মাঝামাঝি জায়গা দ্বিপ্ত ব্যাসের হয়। ইহার ফলে ম্যাণ্ড্রেলটি হোলার বেশী জায়গা স্পর্শ করে এবং ফিটিং ভাল হয়

সলিড ম্যাণ্ড্রেল টেপার হওয়ার ফলে উহা বস্তুর গর্তে ঢুকাইতে সুবিধা হয় এবং বস্তুটিকে কাটিবার সময় একরপভাবে কাটা হয় যাহাতে বস্তুর

উপর যে চাপ পড়ে তাহা বস্তুটিকে ম্যাণ্ড্রেলের যে দিকের ব্যাস বড় সেই দিকে আরো চাপিয়া ধরে। ফলে বস্তুটি আরো শক্তভাবে ধরা হয় ও



১০৯ নং চিত্র—A সলিড ম্যাণ্ড্রেল

B এবং C এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রেল

ঘুরিয়া ঘাইবার সম্ভাবনা থাকে না। বস্তুটিকে ম্যাণ্ড্রেলে চড়াইবার পূর্বে ম্যাণ্ড্রেলে পাতলাভাবে তেল মাখাইয়া লওয়া ভাল। ইহার ফলে বস্তুটি ম্যাণ্ড্রেলে জড়াইয়া যাইতে পারে না।

এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রেল (Expanding Mandrels)

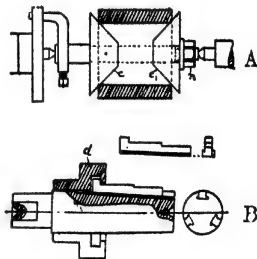
সলিড ম্যাণ্ড্রেলের একটি বিশেষ অঙ্গবিধা হইতেছে যে, প্রতি সাইন্ডের হোলের জন্ত আলাদা আলাদা ম্যাণ্ড্রেলের প্রয়োজন। এই অঙ্গবিধা দূর করিবার জন্ত এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রেল তৈয়ারি করা হয়। এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রেলকে উপরের এবং নীচের দুইটি সীমার মধ্যে বাড়ান কমান যায় বলিয়া অনেক কম ম্যাণ্ড্রেল মজুত রাখিলে চলে।

১০৯ B নং চিত্রে যে এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রেল দেখান হইয়াছে উহাতে টেপার ম্যাণ্ড্রেলের উপর একটি চেড়া বৃশ (Bush) থাকে। টেপার ম্যাণ্ড্রেলটি বত ভিতরে ঢোকান হইবে (একটি সীমা পর্যন্ত) তত বৃশটিকে বাড়ান চলিবে।

১০৯ C নং চিত্রে আর এক প্রকারের এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রেল দেখান হইয়াছে। এই প্রকার ম্যাণ্ড্রলে সমান মাপ বিশিষ্ট একটি সিলিন্ড্রিক্যাল (Cylindrical) অর্থাৎ বেলনাকৃতি বস্তুর উপর লম্বালম্বি দিকে চারিটি টেপার স্লট (Slot) কাটা থাকে অর্থাৎ স্লটগুলির গভীরতা এক পার্শ্ব হইতে অপর পার্শ্বে ক্রমশঃ বাড়িয়া যায়। বেলনাকৃতি বস্তুটির উপর একটি স্লীভ থাকে এবং উহাতেও চারিটি স্লট কাটা থাকে। স্লীভটি বেলনাকৃতি বস্তুটির উপর একরূপভাবে রাখা হয়, যাহাতে উভয়ের স্লট একই লাইনে থাকে। এই স্লটগুলিতে জিব (Gib) আটকাইয়া তাহার উপর যে বস্তু টাংগিং করিতে হইবে তাহা চড়ান হয়। বস্তু শুদ্ধ স্লীভটি, টেপার স্লটের যে দিকে গভীরতা কম সেই দিকে ঠেলিলে জিবগুলি উঠা হয় এবং বস্তুটিকে জোরে চাপিয়া ধরে। এইভাবে এই প্রকার ম্যাণ্ড্রলে বিভিন্ন মাপের গর্তবিশিষ্ট বস্তু ধরা যায়।

কম প্রচলিত কিন্তু দরকারী কয়েক প্রকার এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রেল—

(ক) **কোণ টাইপ ম্যাণ্ড্রেল**—এই প্রকার ম্যাণ্ড্রলে ১১০ A নং চিত্রের ন্যায় একটি নিরেট (Solid) স্পিণ্ডলের উপর দুটি কোণ (Cone) অর্থাৎ শঙ্কু C এবং C₁ থাকে। C, স্পিণ্ডলের একটি অংশ হইতে পারে বা স্পিণ্ডলে একটি ধাপ করিয়া উহার গায়ে ঠেসিয়া রাখা চলে। শঙ্কু (Cone) C₁-কে একটি নাট দ্বারা ম্যাণ্ড্রেলের উপর সরান যায়। শঙ্কু দুইটিকে স্পিণ্ডলের উপর যাতায়াত করানর জগ্ন স্পিণ্ডলের মাপ হইতে শঙ্কুর গর্তের মাপ কমপক্ষে যতটুকু বড় রাখা প্রয়োজন তাহা অপেক্ষা যাহাতে বেশী না থাকে সে বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখিতে হইবে। কারণ, তাহা না হইলে শঙ্কুগুলি হেলিয়া যাইবে ও বস্তুটি নিখুঁতভাবে কাটিবে না। শঙ্কুগুলি যাহাতে ঘুরিয়া না যায়, অথচ লম্বালম্বি দিকে যাতায়াত করিতে পারে তৎক্ষণাৎ শঙ্কুগুলি চাবি দ্বারা স্পিণ্ডলের সহিত আটকান থাকে।



১১০ নং চিত্র

এই প্রকার ম্যাণ্ড্রেলের সুবিধা এই যে ইহাতে বড় গর্তবিশিষ্ট বস্তু

সহজে ধরা চলে যে সকল গর্তবিশিষ্ট বস্তুর বেধ (Thickness) কম সেন্ডুলিকে এইপ্রকার ম্যাণ্ড্রলে ধরিয়া সহজে টাণিং করা যায়।

এই প্রকার ম্যাণ্ড্রল ব্যবহারের সময় বিশেষভাবে স্মরণ রাখা দরকার গর্তের দুই প্রান্তে যেন চ্যাম্ফার দেওয়া হয়। কারণ, তাহা না হইলে গর্তের সহিত জবের বহিঃপৃষ্ঠ নিটাল হইবে না।

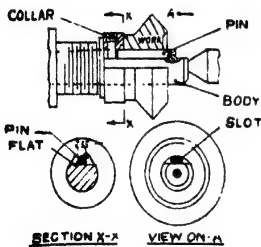
(খ) উপরিউক্ত প্রকারের ম্যাণ্ড্রলে দুইটি শঙ্ক যখন পরস্পরের গায়ে ঠেকিয়া যায়, তখন তাহা অপেক্ষা কম লম্বা কোন বস্তু উহাতে টাণিং করা চলে না। এই অস্থবিধা দূর করিবার জন্ত ১০৮ নং চিত্রের স্থায় আর এক প্রকার ম্যাণ্ড্রল প্রচলিত আছে।

এই প্রকার ম্যাণ্ড্রলের গঠন ও কার্যকারিতা ঠিক ক'এ বর্ণিত কোণ টাইপ ম্যাণ্ড্রলের স্থায়। কেবলমাত্র তফাৎ এই যে, দুইটি শঙ্কতে কতগুলি স্লট (slot) কাটা থাকে—যাহাতে ডগ ক্লাচের স্থায় একটি অপরটির মধ্যে ঢুকিয়া যাইতে পারে—শঙ্ক দুইটি যাহাতে ঘুরিয়া না যায় তজ্জন্ত ম্যাণ্ড্রলের সহিত চাবি দ্বারা আঁটা থাকে।

এই প্রকার ম্যাণ্ড্রলে পাতলা ওয়াশার (Washer) প্রভৃতি সহজে কাটা চলে। তবে ব্যবহারের সময় পূর্বের স্থায় গর্তের দুই প্রান্তে চ্যাম্ফার দিতে হইবে।

(গ) আর এক প্রকারের ম্যাণ্ড্রল আছে ঠিক পূর্ব বর্ণিত টেপার এক্সপ্যান্ডিং ম্যাণ্ড্রলের (১০৯ B নং চিত্র) স্থায়। কেবলমাত্র তফাৎ এই

যে চেড়া বুনটিকে টেপার ম্যাণ্ড্রলের উপর চাপিয়া বড় করিবার জন্ত নাটের ব্যবস্থা থাকে এবং নাট ও বুনের মধ্যে একটি কলার থাকে।



১১১ নং চিত্র

এই প্রকার ম্যাণ্ড্রলের বুন তৈয়ার করিবার সময় বুনটিকে সম্পূর্ণ চিড়িয়া না ফেলিয়া দুই প্রান্তে অল্প একটু করিয়া মাল রাখিয়া দিতে হয়। পরে হার্ডনিং করিয়া বুনের বোরটি নিখুঁত ভাবে গ্রাইণ্ড করার পর গ্রাইণ্ডিং হইল দ্বারা বুনের এক প্রান্তের মাল কাটিয়া দিতে হয়।

(ব) ১১০ B নং চিত্রে প্রদর্শিত ম্যাগ্লে লটি অনেকটা ১০৯ C নং চিত্রে প্রদর্শিত এক্সপ্যাণ্ডিং ম্যাগ্লে লের ন্যায়। ইহাতে একটি ম্যাগ্লে লের উপর লম্বালম্বি দিকে কতকগুলি টেপারে টি-স্লট(T-slot) কাটা থাকে এবং এই টি-স্লট-এ T-আকৃতির জিব পরান থাকায়, জিবগুলি উপরদিকে উঠিয়া যাইতে পারে না। এই জিবগুলি বাহাতে লম্বালম্বি সরিয়া যাইতে না পারে, তজ্জন্য d-এর ন্যায় দেখিতে কলার d থাকে। কলার d-দ্বারা জিবগুলিকে প্রয়োজন মত সরাইয়া জব (job) ধরা হয়। জিবে ধাপ থাকার জন্য এই প্রকার ম্যাগ্লে লে যে-বস্তু ধরা যায় তাহার বোরের (Bore) উচ্চ এবং নিম্ন সীমা ১০৯ C নং চিত্রে প্রদর্শিত ম্যাগ্লে ল অপেক্ষা অনেক বেশী।

(ঙ) ১১১ নং চিত্রে প্রদর্শিত ম্যাগ্লে লটি প্রডাক্শন (Production) অর্থাৎ দ্রুত উৎপাদন কার্যের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। যে জবটি (job) কাটা হইবে তাহা লম্বা হইলে ম্যাগ্লে লটি আলে আলে ধরা যাইতে পারে আর তাহা না হইলে ম্যাগ্লে লের এক দিকে মোর্স টেপার কাটা থাকে বাহাতে ইহা হেডষ্টক স্পিণ্ডলের টেপার নোজে (nose) ফিট হয়।

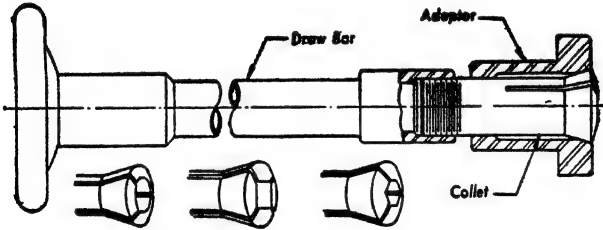
এই প্রকার ম্যাগ্লে ল প্রথমে জবের (job) বোরের মাপে বেলনাকৃতি করিয়া টার্নিং করা হয় ও পরে এক পাশ লম্বালম্বি দিকে ফ্ল্যাট করা হয়। ফলে, ম্যাগ্লে লটিতে জব (job) চাপাইলে উভয়ের মধ্যে ফ্ল্যাট অংশ বরাবর ফাঁক থাকিয়া যায়। এই ফাঁকের মধ্যে একটি পিন ঢুকাইয়া দিয়া বস্তুটিকে অল্প একটু ঘোরাইয়া দিলে বস্তুটি টাইট হইয়া যায়। কারণ, জবটির বোর ও ম্যাগ্লে লের ফ্ল্যাট অংশের মধ্যে যে ফাঁক তাহা ফ্ল্যাট অংশের প্রস্থের মাঝামাঝি জায়গায় সর্বাপেক্ষা বেশী এবং পাশের দিকে উহা ক্রমশঃ কমিতে কমিতে শূন্য হইয়া গিয়াছে। কাজেই পিনটি ফ্ল্যাট অংশের মাঝখান দিয়া ঢোকাইয়া জবটিকে একটু ঘোরাইয়া দিলে পিনটি পাশের দিকে সরিয়া যায় এবং সেখানে ফাঁক কম হওয়ায় জবটিকে আটকাইয়া ধরে। পিনটি বাহাতে লম্বালম্বি দিকে সরিয়া যাইতে না পারে তারজন্যে ম্যাগ্লে লটির টেলষ্টকের দিকের অল্প একটু অংশ ফ্ল্যাট করা হয় না। এই অল্প একটু কলারের (Collar) মত জায়গায় ছোট একটি লম্বাটে স্লট কাটা হয় এবং পিনের এক প্রান্ত একটু সরু করিয়া একপাশে টার্নিং করা হয় বাহাতে উহা স্লটটিতে ফিট করে। ফলে, পিনটি টেলষ্টকের দিক দিয়া বাহির হইয়া যাইতে পারে না। ম্যাগ্লে লটির অপর দিকে একটি

কলার থাকে এবং উহাতে একটি সেট স্ক্রু থাকে। এই সেট স্ক্রুটি পিনটির অপর প্রান্তে থাকিয়া পিনটিকে সরিতে দেয় না।

লেদ কলেট (Collet)

কলেটকে অনেক সময় স্প্রিং চাকও বলা হইয়া থাকে। কলেট বহু রকমের হয়, তবে তাহাদের মূলনীতি মোটামুটি এক। ১১২ নং চিত্রে একটি বহল প্রচলিত কলেট দেখান হইয়াছে।

এই প্রকার কলেটের ভিতরটা ফাঁপা থাকে ও সম্মুখের দিকে সমান দূরে দুই তিন জায়গায় লম্বালম্বি দিকে চেরা থাকে। ইহার পিছন দিক সমান্তরাল থাকে ও সম্মুখের দিকে টেপার কাটা থাকে যাহাতে ইহা লেদ স্পিণ্ডল নোজের অ্যাডাপ্টারের ফিট হয়। কলেটের পিছনের সমান্তরাল অংশের বহিঃপৃষ্ঠে থ্রেড (সাধারণতঃ বাটরেস থ্রেড) কাটা থাকে এবং ড্র-বার নামে পরিচিত পাইপের এক প্রান্তে ইন্টারনাল থ্রেড কাটা থাকে যাহাতে ইহা কলেটের থ্রেডে ফিট হয়। পাইপের অপর প্রান্তে একটি হাণ্ড-হইল থাকে যাহাতে পাইপটিকে ঘোরাইতে পারা যায়। পাইপটি হেডষ্টক স্পিণ্ডলের পিছন-দিক হইতে ঢোকাইয়া কলেটের থ্রেডে আটকান থাকে। হাণ্ড-হইলটি ঘোরাইলে ড্র-বারটি কলেটকে ভিতর দিকে টানিতে থাকে; ফলে, অ্যাডাপ্-



১১২ নং চিত্র

টারের টেপারের চাপে কলেটটি বস্তুটিকে (job) চাপিয়া ধরে। ড্র-বার ফাঁপা হওয়ায় হেডষ্টক স্পিণ্ডলের পিছন দিক হইতে লম্বা রড ঢুকাইয়া কলেটে ধরা যায় ও ছোট ছোট মাল টারিং করিয়া পাটিং টুল সাহায্যে কাটিয়া লওয়া যায়। এই প্রকার কলেট ও লেদের হেডষ্টক স্পিণ্ডল গ্রাইণ্ডিং-এ ফিনিস হওয়ায় এই কলেট সাহায্যে খুব সূক্ষ্ম কাজ করা যায়। এই কলেটে

একটি ফিনিস জবকে 0 00025 ইঞ্চির মধ্যে নিটাল করিয়া বাধা যায়।

একটি অনুবিধা হইতেছে যে, ড্র-বারের বোর (Bore) অপেক্ষা বড় ব্যাসের মাল এই প্রকার কলেট এ ধরা যায় না। এই অনুবিধা দূর করিবার জন্য অ্যাডপ্টারের মুখে থ্রেড কাটা থাকে। কলেটটি অ্যাডপ্টারের টেপার বোরে ফিট করিয়া অ্যাডপ্টারের থ্রেডে একটি থ্রেড বিশিষ্ট ক্যাপ লাগাইয়া কলেটটিকে অ্যাডপ্টারের টেপারে চাপিয়া ধরা হয়। ইহার ফলে স্পিণ্ডলের বোরের যা ব্যাস এই প্রকার কলেটেও তত ব্যাসের মাল ধরা যায়।

কত ব্যাস হইতে কত ব্যাস পর্যন্ত মাল কোন্ কলেটে ধরা যায় তাহা কলেটের গায়ে লেখা থাকে। কলেটকে বেশী স্প্রিং করান যায় না বলিয়া বিভিন্ন মাপের কলেট মজুত রাখিতে হয়।

কলেট সাধারণতঃ কলেট ষ্টীল নামে পরিচিত স্প্রিং করে একরূপ একপ্রকার ষ্টীল হইতে নির্মিত হয়।

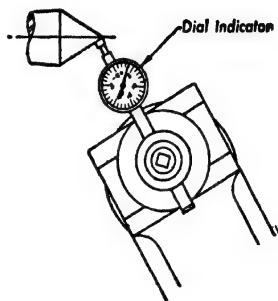
একাদশ অধ্যায় বিভিন্ন প্রকার লেদার কাজ

সেন্টারে সেন্টারে কাজ :

উভয় সেন্টার একই লাইনে থাক। এবং লাইভ সেন্টার নিটাল-ভাবে ঘোরার প্রয়োজনীয়তা—উভয় সেন্টার একই লাইনে না থাকিলে জবটি লেদার সেন্টার লাইনের সহিত সমান্তরাল থাকিবে না। ফলে, জবটি টেপার কাটিবে। লাইভ সেন্টার টালে ঘুরিলে জবটিও টালে ঘুরিবে। মৃতরাং উহা টেপার কাটিবে।

লাইভ সেন্টার নিটালভাবে ঘুরিতেছে কিনা কিরূপে পরীক্ষা করিতে হয় ?

১১৩ নং চিত্রের স্থায় টুলপোষ্টে ডায়াল ইন্ডিকেটরটি বসাইয়া উহার মুখটি লাইভ সেন্টারটির ছুঁচাল মুখে বসাইতে হয়। এইবার লাইভ সেন্টারটি ঘোরাইলে ডায়াল ইন্ডিকেটরের কাঁটা যদি স্থিরভাবে দাঁড়াইয়া থাকে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে উহা নিটালভাবে ঘুরিতেছে। আর যদি ইন্ডিকেটরের কাঁটা এদিক ওদিক নড়ে, তাহা হইলে বুঝিতে হইবে উহা নিটালভাবে ঘুরিতেছে না।



১১৩ নং চিত্র

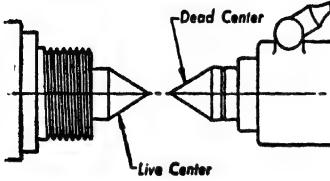
লাইভ সেন্টার টালে ঘোরার কারণ—লাইভ সেন্টারটি টালে ঘোরার তিনটি কারণ থাকিতে পারে—

- ১। স্পিণ্ডল নোজের টেপার ও অ্যাডপ্টারের টেপারের মধ্যে বা অ্যাডপ্টারের টেপার এবং সেন্টারের টেপারের মধ্যে নোংরা থাকিতে পারে।
- ২। স্পিণ্ডলের টেপার হোল, অ্যাডপ্টারের টেপার হোল বা সেন্টারের টেপার শ্রাব্দ অংশে চড় থাকিতে পারে।
- ৩। সেন্টারের মুখে যে কোণ করা থাকে তাহার ছুঁচাল মুখটি গ্রাইণ্ডিং এর দোষে ঠিক সেন্টারে না থাকিতে পারে।

সেন্টার দুইটি একই লাইনে আছে কিনা কিরূপে পরীক্ষা করা হয়।

১। একটি লম্বা রডকে সেন্টারে সেন্টারে টার্নিং করিয়া যদি দেখা যায় উভয় প্রান্তের মাপ ঠিক আছে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে উভয় সেন্টার একই লাইনে আছে। কিন্তু উভয় প্রান্তের মাপ যদি এক না থাকে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে সেন্টার দুইটি একই লাইনে নাই।

যদি দেখা যায় ডেড সেন্টারের দিকের ব্যাস লাইভ সেন্টারের দিক অপেক্ষা বেশী, তাহা হইলে ডেড সেন্টারটিকে নিজের দিকে আগাইয়া আনিতে হইবে, যাহাতে আরো মাল কাটিয়া যায়। আর যদি ডেড সেন্টারের দিকের ব্যাস কম হয়, তাহা হইলে ডেড সেন্টারকে নিজের কাছ



১১৭ নং চিত্র

হইতে দূরে সরাইয়া দিতে হইবে।

২। ১১৪ নং চিত্রের ন্যায় সেন্টার দুইটিকে মুখোমুখি মিলাইয়াও সেন্টার দুইটি একই লাইনে আছে কি না পরীক্ষা করা যায়।

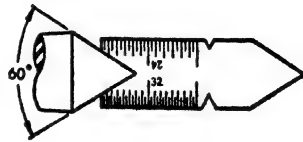
ডেড সেন্টার কিরূপে সরান হয়?

টেলষ্টকের উপর অংশকে সরাইয়া কিরূপে ডেড সেন্টার সরান হয়, তাহা বিশদভাবে ৩৯ পৃষ্ঠায় বর্ণনা করা হইয়াছে।

লাইভ সেন্টার কিরূপে নিটাল করিতে হয়?

হেডষ্টক স্পিণ্ডলের টেপার নোজ, অ্যাডপ্টার, সেন্টার প্রভৃতি ভাল করিয়া পরিষ্কার করিতে হইবে। উহাদের মধ্যে কোন জায়গায় চড থাকিলে

তাহা হাফ-রাউণ্ড স্ক্রু ফাইল দ্বারা তুলিয়া দিতে হইবে। পরে লাইভ সেন্টারটি ফিট করিলে যদি দেখা যায় সেন্টারটি তবুও টালে ঘুরিতেছে, তাহা হইলে নিম্নলিখিত দুইভাবে সেন্টারটিকে নিটাল করা চলে।



১৫ নং চিত্র

১। সেন্টারটি যদি নরম হয়, তাহা হইলে ৪৭ নং চিত্রের ন্যায় সেন্টারটি ৬০° ডিগ্রীতে টার্নিং করিতে হইবে।

২। সেন্টারটি যদি হার্ডনিং করা হয়, তাহা হইলে সেন্টারটি নিখুঁত করিয়া গ্রাইন্ডিং করিতে হইবে। লেদ মেশিনে গ্রাইন্ডিং অ্যাটাচমেন্ট লাগাইয়া সেন্টার গ্রাইন্ডিং করা যায়। কিন্তু সেই সময় লেদের বেড এবং অন্যান্য বিদ্যারিং বা প্লাইডিং সারফেস কাগজ বা অন্য কিছু দ্বারা ঢাকিয়া রাখিতে হইবে, যাহাতে গ্রাইন্ডিং ছইলের গুঁড়া উহাদের উপর না পড়ে। কারণ, তাহা হইলে এই সকল অংশ দ্রুত ক্ষয় হইয়া যাইবে।



১১৬ নং চিত্র

সেন্টার ঠিকমত গ্রাইন্ডিং হইল কিনা তাহা ১১৫ নং চিত্রের ন্যায় সেন্টার গেজ সাহায্যে পরীক্ষা করিতে হয়।

সেন্টার খুলিবার নিয়ম :—

পিছন দিক হইতে হেডষ্টক স্পিণ্ডলের গর্তের মধ্যে একটি রড ঢোকাইয়া, লাইভ সেন্টারটি ধীরে ধীরে ঠুকিলে লাইভ সেন্টারটি খুলিয়া যাইবে। (১১৬ নং চিত্র) কিন্তু সেন্টারটি যাহাতে পড়িয়া ভাঙ্গিয়া না যায় বা মেশিনের কোন ক্ষতি না করে, তজ্জন্য লাইভ সেন্টারটি খুলিবার সময় কাহাকেও ধরিতে বলিতে হয় বা কঞ্চল জাতীয় কোন জিনিস বেডের উপর রাখিতে হয়।

কোন কোন সময় লাইভ সেন্টারের শ্রাঙ্কের উপরদিকে স্প্যানার দ্বারা ধরিবার জন্য দুই বিপরীত দিকে অল্প একটু ফ্ল্যাট করা থাকে। (৩১নং চিত্রের B)। এই ফ্ল্যাট অংশে স্প্যানার লাগাইয়া অল্প একটু ঘোরাইলে লাইভ সেন্টারটি খুলিয়া যাইবে।

কোন কোন লাইভ সেন্টারের শ্রাঙ্কের উপর দিকের সমান্তরাল অংশে খেঁড় কাটা থাকে (৩১ নং চিত্রের C)। এই খেঁড়ে নাট লাগাইয়া ঘোরাইলে নাটটি হেডষ্টক স্পিণ্ডলের গায়ে লাগিয়া লাইভ সেন্টারটি বাহির করিয়া দেয়।

ডেড সেন্টার খুলিবার নিয়ম :—৩৯ পৃষ্ঠায় বর্ণনা করা হইয়াছে।

সেন্টার ড্রিল ঠিক সেন্টারে করিবার প্রয়োজনীয়তা—

১। সেন্টার ড্রিল ঠিক সেন্টারে না করিলে জবটি টালে ঘোরে এবং বাটালিতে ধাক্কা মারিতে থাকে। ইহার ফলে প্রথমতঃ বাটালিটি ভাঙ্গিয়া

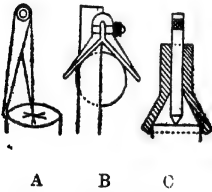
যাইবার সম্ভাবনা থাকে এবং দ্বিতীয়তঃ জবটি টালে ঘোরার জন্য বেশী কোণ দিতে না পারায় মালটি কাটিতে সময় বেশী লাগে।

২। বস্তুটি যে ব্যাসে টার্নিং করিতে হইবে তাহা অপেক্ষা বস্তুটির মাপ বেশী বড় না থাকিলে বস্তুটির ব্যাস ছোট হইয়া নষ্ট হইয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে।

৩। বস্তুটির সারফেস হইতে কেন্দ্রের দিকে কারবনের শতকরা হার এক না থাকায় বস্তুটিকে টালে কাটিলে সারফেসের সব জায়গায় কারবনের হার এক থাকে না। হার্ডনিং-এর মাত্রা ধীলে কারবনের শতকরা হারের উপর নির্ভর করে। ফলে, বস্তুটির সকল জায়গা একই রকম হার্ডনিং হয় না।

সেন্টার ড্রিলের উদ্দেশ্যে জবের সেন্টার বাহির করিবার পদ্ধতি—

১। ১১৭ A নং চিত্রের ন্যায় অড-লেগ ক্যালিপার (Odd leg calliper) বা হার্মাফ্রোডাইট ডিভাইডারের (Hermaphrodite Divider) বাঁকা মুখটি



১১৭ নং চিত্র

জবের গায়ে লাগাইয়া ছুঁচাল মুখটি দ্বারা জবের প্রান্তে কতকগুলি বিন্দুচাপ আঁকিতে হয়। যাহাতে চাপগুলি স্পষ্ট দেখিতে পাওয়া যায়, সেইজন্য জবের প্রান্তে খড়ি বা কপার সাল্ফেট সলিউশন লাগাইতে হয়। ডিভাইডারটি একপভাবে অ্যাড্‌জাস্ট করিতে হয়, যাহাতে বিন্দুচাপগুলি একটি বিন্দুতে

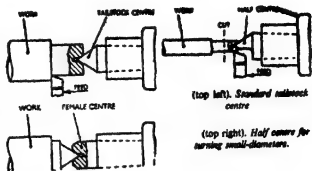
মিলিত হয়। বিন্দুচাপগুলি যে বিন্দুতে মিলিত হয় তাহাই জবের সেন্টার পয়েন্ট। একটি সেন্টার পাক দ্বারা ঐ বিন্দুটিকে চিহ্নিত করিয়া লইয়া সেন্টার ড্রিল করিতে হয়।

২। বস্তুটি যদি মোটামুটি গোল আকৃতির হয় তাহা হইলে ১১৭B নং চিত্রের ন্যায় সেন্টার স্কোয়ারটি জবের গায়ে ধরিয়া জবের প্রান্তে একটি লাইন টানিতে হইবে। পূর্বোক্ত উপায়ে এই লাইনের সহিত মোটামুটি লম্ব করিয়া আর একটি লাইন টানিতে হইবে। এই দুইটি রেখা যে বিন্দুতে মিলিত হইবে তাহাই হইতেছে সেন্টার পয়েন্ট।

৩। জবটি গোল আকৃতির হইলে ১১৭C নং চিত্রের ন্যায় কাপ বা বল সেন্টার পাক সাহায্যে জবের সেন্টার বাহির করা যায়।

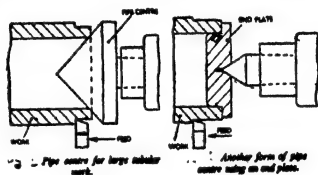
সেন্টার-পাইপ টার্নিং-এর সময় পাইপ সেন্টারের সাহায্যে কিরূপে জবকে

সাপোর্ট দেওয়া যায়, তাহা ১১৯ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে। কোন কোন সময় পাইপের ডেড-সেন্টারের প্রান্তে একটি প্লেট বা কাঠের টুকরা ফিট করিয়া তাহাতে সেন্টার ড্রিল করিয়া সাধারণ সেন্টার সাহায্যে পাইপকে সাপোর্ট দেওয়া যায়।



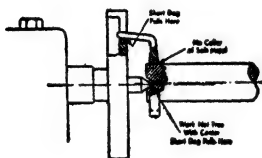
উপরে বামে সাধারণ সেন্টার। উপরে ডানদিকে হাফ সেন্টার। নীচে ফিমেল সেন্টার। ১১৮ নং চিত্র

পাইপের অপর প্রান্ত যদি তুন্ডাইয়া না যায়, তজ্জন্তু পাইপের গর্তের ব্যাসের একটি কাঠ টার্নিং করিয়া পাইপের গর্তের ভিতর দিয়া চাকের জ-এ ধরিতে হয়।



পাইপ সেন্টার ১১৯ নং চিত্র

টেপার টার্নিং-এর সময় জবের অক্ষরেখা এবং লাইড ও ডেড সেন্টারের

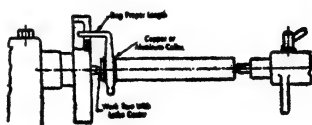


১২০ নং চিত্র

অক্ষরেখা সমান্তরাল না হওয়ায় ৩১A নং চিত্রের স্থায় সাধারণ সেন্টার সাহায্যে উহা ভালভাবে ধরা যায় না। ৩১E নং চিত্রের স্থায় বল পয়েন্ট সেন্টার ব্যবহার করিলে টেপার টার্নিং ভালভাবে করা যায়।

লেন্স ডগ-সেন্টারে সেন্টারে কাজ করিবার সময় অনেক সময় দেখা যায়

লেন্স ডগটি ছোট হওয়ার জন্তু ড্রাইভিং প্লেট বা ক্যাচ প্লেটের গায়ে লাগিয়া জবটিকে বাকাইয়া দিয়াছে। ১২০ নং চিত্র লক্ষ্য করিলে উহা বোঝা যাইবে। কাজেই লেন্স ডগটি বাহাতে

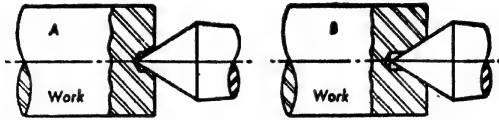


১২১ নং চিত্র

সঠিক দৈর্ঘ্যের হয় সে বিষয়ে বিশেষভাবে লক্ষ্য রাখিতে হইবে। ১২১ নং চিত্রে সঠিক দৈর্ঘ্যের লেন ডগ দেখান হইয়াছে।

প্লেন বা স্ট্রেট টার্নিং (Plain or Straight Turning):—প্লেন টার্নিং-এর সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি লক্ষ্য রাখিতে হইবে :—

১। **সেন্টার ড্রিলিং (Center Drilling):**—যে জিনিসটি কাটা হইবে তাহাতে দুইদিকে বা একদিকে যদি আল (Center) ব্যবহার করিতে হয় তাহা হইলে প্রথম লক্ষ্য করিতে হইবে বস্তুটিতে সেন্টার ড্রিলের মাপ ও



(A) সেন্টার ড্রিলের গভীরতা কম (B) সেন্টার ড্রিলের মাপ এবং গভীরতা ঠিক হইয়াছে।

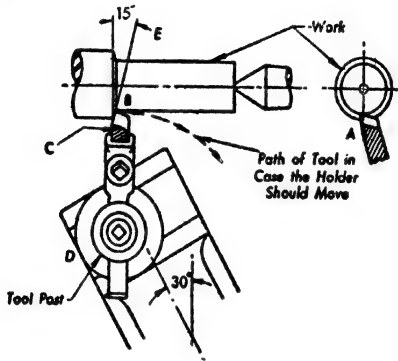
১২২ নং চিত্র

গভীরতা ঠিক আছে কিনা। কারণ সেন্টার ড্রিলের গভীরতা কম হইলে ১২২ (A) নং চিত্রের স্থায় আলের মুখ নষ্ট হইয়া যাইবে এবং ঠিক মাপের না হইলে বস্তুটিকে যতটা জায়গায় ধরা প্রয়োজন ঠিক ততটা জায়গায় ধরিতে পারিবে না। সেন্টার ড্রিলের তলদেশ এবং আলের মুখের মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণ ফাঁক থাকে প্রয়োজন। ইহাতে যে কেবল আলের মুখ নষ্ট হয় না তাহাই নহে, এই ফাঁকে ঘর্ষণ বন্ধ করার পিচ্ছিল পদার্থ (Lubricant) রাখা যায়। নিম্নে বিভিন্ন মাপের কাজের উপযুক্ত সেন্টার ড্রিলের মাপের তালিকা দেওয়া হইল। সেন্টার ড্রিল করিবার সময় দেখিতে হইবে যে, যে ফেসে (Face) সেন্টার ড্রিল হইবে তাহা মালের দৈর্ঘ্যের সহিত ঠিক লম্বভাবে (Rt. Angle) আছে কিনা।

বিভিন্ন মাপের কাজের উপযুক্ত সেন্টার ড্রিলের মাপ

মালের ব্যাস	সেন্টার ড্রিলের ব্যাস	কাউন্টার-সিল্কের ব্যাস
ইঞ্চিতে	ইঞ্চিতে	ইঞ্চিতে
$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{5}{16}$ to $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{9}{16}$ to $\frac{3}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{1}{2}$ to 1	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$

মালের ব্যাস	সেন্টার ড্রিলের ব্যাস	কাউন্টার সিন্কের ব্যাস
ইঞ্চিতে	ইঞ্চিতে	ইঞ্চিতে
$1\frac{1}{8}$ to $1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$
$1\frac{5}{8}$ to $1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{8}$ to $1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$ to $\frac{1}{8}$	$\frac{9}{8}$
$1\frac{1}{8}$ to 2	$\frac{1}{8}$	$1\frac{5}{8}$
$2\frac{1}{8}$ to $2\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$
$2\frac{3}{8}$ to 3	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{7}{8}$

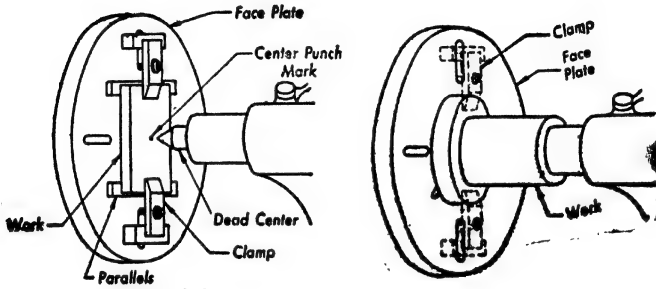


১২৩ নং চিত্র—টুল সেটিং

- ২। বস্তুটি আলে আলে খুব আলগা বা খুব টাইট না হয়।
- ৩। বাটালি ঠিক সেন্টারে (Center) বা সেন্টারের অন্ন একটু উপরে থাকিবে।
- ৪। কম্পাউন্ড ব্লাইড 30° আন্দাজ কোণে বাধিলে ভাল হয়।
(১২৩ নং চিত্র)
- ৫। বাটালিটি অন্ন একটু ডানদিকে অর্থাৎ ডেড সেন্টারের দিকে হেলাইয়া বাধা উচিত। তাহা হইলে যদি কোন কারণে কাটিবার সময় বাটালি ঘুরিয়া যায় তাহা হইলে বাটালির বা মালের ক্ষতি হইবে না।
- ৬। বাটালি যতদূর সম্ভব ছোট করিয়া বাধিতে হইবে।
- ৭। বাটালিকে 15° প্লান অ্যাঙ্গলে (Plan Angle) গ্রাইণ্ডিং করিলে অপেক্ষাকৃত ভাল কাটে এবং ভাল ফিনিস পাওয়া যায়।

ফেস প্লেটের কাজ :—

কোন কোন সময় জবটি এরূপ বড় হয় বা উহার আকৃতি এরূপ হয় যে উহা চাকে ধরা যায় না, তখন ফেস প্লেটে জবটি ধরা হয়। জবটি সোজাখুজি ফেস প্লেটে বাঁধা যায় অথবা অ্যান্ডল প্লেট বা এরূপ স্থবিধাজনক কোন অ্যাটাচমেন্ট ফেস প্লেটে ফিট করিয়া জবটিকে ধরা যায়। ফেস প্লেটে কাজ করিবার সময় নিম্নলিখিত ভাবে কাজ করিতে হইবে :—



১২৪ নং চিত্র

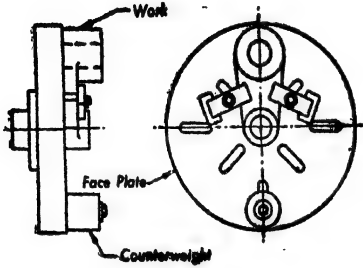
১। ফেস প্লেট এবং স্পিন্ডলের খেঁড় ভালভাবে পরিষ্কার করিতে হইবে, যেন উহাদের মধ্যে কোনরূপ নোংরা না থাকে।

২। ফেস প্লেটটি আস্তে আস্তে ঘোরাইয়া স্পিন্ডলের গায়ে সাঁটিয়া দিতে হইবে। কোনও সময় ধাক্কা দিয়া ফেস প্লেট স্পিন্ডলে আটকান উচিত নহে।

৩। সম্ভব হইলে ফেস প্লেটটি একটি বেঞ্চের উপর রাখিয়া জবটি ফেস প্লেটে মোটামুটি নির্দিষ্ট জায়গায় বাঁধিয়া তাহার পর স্পিন্ডলে আটকান ভাল। ফেস প্লেটটি স্পিন্ডলে আটকাইয়া তাহার পর জবটি সামান্য সরাইয়া সঠিক অবস্থানে লইয়া আসিয়া নাট বোল্টগুলি যতদূর সম্ভব টাইট দিয়া জবটিকে দৃঢ়ভাবে ফেস প্লেটের সহিত আটকাইতে হইবে।

৪। ফেস প্লেটটি স্পিন্ডলে আটকাইয়া তাহার পর যদি জবটি বাঁধিতে হয় তাহা হইলে টেলষ্টক স্পিন্ডল বা সেন্টারটি জবের গায়ে ঠেকাইয়া জবটি শাপোর্ট দিয়া নাট বোল্ট টাইট দেওয়া যাইতে পারে। (১২৪ নং চিত্র)

৫। জবের আকৃতি যদি একরূপ হয় যে ফেস প্লেটের কেন্দ্রের চতুর্পার্শ্বে



১২৫ নং চিত্র

ভার সমানভাবে পড়ে না, তাহা হইলে যে পার্শ্বে ভার বেশী হইবে তাহার বিপরীত পার্শ্বে একটি ভার দিয়া ফেস প্লেটের উভয় পার্শ্বের ভারের সমতা রক্ষা করিতে হইবে। এই ভারকে ইংরাজীতে কাউন্টার ব্যালেন্স (Counter

Balance) বলে। কাউন্টার ব্যালেন্স না দিলে ফেস প্লেটটি ধাক্কা মারিয়া মারিয়া ঘুরিবে (১২৫ নং চিত্র)।

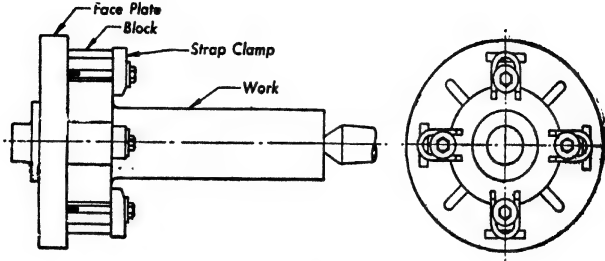
৬। ডায়াল ইন্ডিকেটর সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া দেখিতে হইবে ফেস প্লেটটি নিটালভাবে ঘুরিতেছে কি না।

৭। জবটিকে টাইট দিবার সময় যদি ক্ল্যাম্প এবং বোল্ট ব্যবহার করা হয়, তাহা হইলে বোল্টগুলি ব্লক অপেক্ষা জবের যতদূর সম্ভব কাছে রাখিতে হইবে। ইহার ফলে বোল্ট টাইট দিলে ব্লক অপেক্ষা জবে বেশী চাপ পড়িবে (১২৬ নং চিত্র)।

৮। বোল্ট দ্বারা টাইট দিবার সময় ওয়াশার ব্যবহার করা উচিত। ইহার ফলে জবটি অধিক দৃঢ়ভাবে ধরা যায় এবং মালটি খুলিয়া যাইবার সম্ভাবনা কম থাকে।

৯। বোল্টগুলি যতদূর সম্ভব সঠিক দৈর্ঘ্যের লইতে হইবে। বোল্টগুলির দৈর্ঘ্য কম হইলে খেঁড় নষ্ট হইয়া যাইবে, আর দৈর্ঘ্য বড় হইলে উহা মেশিনের কোন অংশে ধাক্কা মারিতে পারে বা মেশিন চালককে আহত করিতে পারে। যে বোল্ট এবং নোটের খেঁড় খারাপ হইয়া গিয়াছে তাহা কখনই ব্যবহার করিতে নাই। ইহার ফলে সাক্ষাত্তিক দুর্ঘটনা ঘটিতে পারে।

১০। **জাবখান্ডা**—ফেস প্লেটটি পাওয়ারে বোরাইবার আগে হাতে বোরাইয়া দেখিয়া লইতে হইবে জবটির কোন অংশ মেশিনের কোন অংশে লাগিয়া দুর্ঘটনা ঘটাইতে পারে কি না।

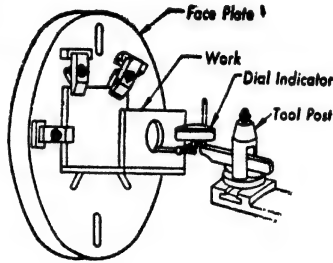


১২৬ নং চিত্র

ফেস প্লেটে জব কিরপে সঠিক স্থানে বাঁধিতে হয় ?

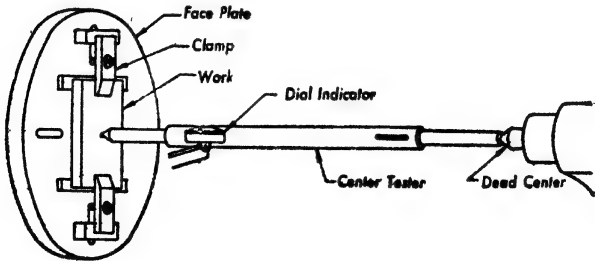
১। যে জবটি প্লেটে বাঁধিতে হইবে তাহার সেন্টারে একটি পাঞ্চ করিতে হয়। টেলষ্টক সেন্টারটি জবের খুব কাছাকাছি আনিয়া জবটি সরাইয়া এই সেন্টার পাঞ্চটি টেলষ্টক সেন্টারের সহিত মিলাইয়া জবটিকে সঠিক অবস্থানে লইয়া আসা যায়।

২। জবের ফিনিস সারফেসে ডায়াল ইন্ডিকেটর লাগাইয়া জবকে সেন্টার করা যায়।
(১২৭ নং চিত্র)



১২৭ নং চিত্র

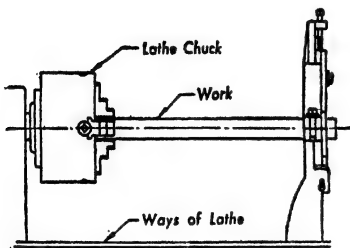
৩। সেন্টার টেষ্টার বা উইগলার (Wiggler) (১২৮ নং চিত্র) সাহায্যেও জবকে সেন্টার করা যায়।



১২৮ নং চিত্র

ষ্টেডি রেটের সাহায্যে জব সাপোর্ট—

পূর্বেই আলোচনা করা হইয়াছে লম্বা জবকে সাপোর্ট দিবার জন্য ষ্টেডি রেট কিরূপে ব্যবহার করা হয়। এখানে ষ্টেডি রেটের বিশেষ কয়েক প্রকার ব্যবহারের কথা আলোচনা করা হইবে।



১২৯ নং চিত্র

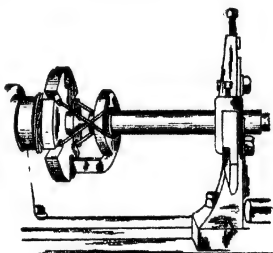
১২৯ নং চিত্রের ন্যায় ষ্টেডি রেট সাহায্যে করা যায়।

২। জবটির এক প্রান্ত সেন্টারে ধরা থাকিলে অপর প্রান্ত ষ্টেডি রেট সাহায্যে কিরূপে সাপোর্ট দিতে হয়, তাহা ১৩০ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে। ড্রাইভ প্লেটটি স্পিণ্ডল নোজের উপর যে খেঁড়ে ফিট করা থাকে তাহার তিনটি

খেঁড় আন্দাজ আলাগা করিতে হয়।

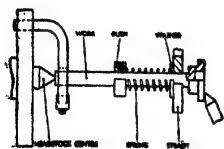
চামড়ার (Rawhide) লেসের সাহায্যে

জবটিকে ড্রাইভ প্লেটে বাধিয়া ড্রাইভ প্লেটটি পুনরায় স্পিণ্ডলের খেঁড়ে টাইট করিয়া আটকাইয়া দিতে হয়। ফলে জবটি লাইভ সেন্টার হইতে খুলিয়া যায় না।



১৩০ নং চিত্র

৩। জবটির এক প্রান্ত সেন্টারে ধরা থাকিলে অপর প্রান্ত ষ্টেডি রেট



১৩১ নং চিত্র

সাহায্যে সাপোর্ট দিবার আর একটি উপায় ১৩১ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে। জবের মধ্যপথে একটি বৃক্স বা কলার স্ক্রু দ্বারা জবে আটকাইয়া রাখা হয় এবং ষ্টেডি রেটের গায়ে একটি ওয়াশার দিতে হয়। এই দুইয়ের মাঝে একটি কম্প্রেশন স্প্রিং দিলে জবটি লাইভ সেন্টারে আটকাইয়া থাকে।

কলেট এবং ড্র-বারের ব্যবহার—

১। ড্র-বার এবং অ্যাডপ্টার লেদের সহিত যাহাতে ঠিকমত ফিট করে সে বিষয়ে বিশেষ লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

২। ঠিক মাপের কলেট ব্যবহার করিতে হইবে অর্থাৎ যে মাপের মাল ধরিতে হইবে কলেটের গর্ত সেই মাপের হওয়া চাই। কলেটের গর্তের মাপ অপেক্ষা $\frac{1}{16}$ ইঞ্চির বেশী বড় বা ছোট মাপের মাল কখনও কলেটে ধরিতে চেষ্টা করিতে নাই। ইহাতে মাল ঠিকমত ধারা যায় না এবং কলেট খারাপ হইয়া যায়।

৩। স্পিণ্ডলের টেম্পার হোল ও অ্যাডপ্টারের মধ্যে কোন রকম তেল বা নোংরা থাকিবে না।

৪। ব্যবহারের পূর্বে ড্র-বার ও কলেটের খুঁড়ে তেল লাগাইতে হইবে।

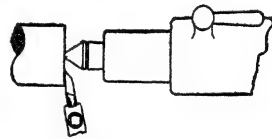
৫। কলেটটি যথেষ্ট টাইট দিতে হইবে যাহাতে জবটি কোন কারণে ঘুরিয়া না যায়।

৬। ছোট ব্যাসের মাল টার্নিং করিবার সময় টুলটি ঠিক সেন্টারে কিংবা সেন্টারের সামান্য একটু উপরে সেট করিতে হইতে।

ফেসিং—১। ফেসিং অপারেশন যতদূর সম্ভব চাকে বাধিয়া করিতে হইবে। কারণ, এইভাবে ফেসিং করাই সুবিধাজনক।

১। চাকে বাধিয়া ফেসিং করা না যাইলে সেন্টারে সেন্টারে বাধিয়াও ফেসিং করা চলে। এক্ষেত্রে সাইড ফেসিং বাটালি সাহায্যে যতদূর সম্ভব সেন্টারের কাছ পর্যন্ত ফেস করিতে হইবে। কিন্তু ডেড সেন্টার থাকার জন্য সম্পূর্ণ ফেস করা যাইবে না।

সেন্টার হোলের পাশে পাতলা রিং আকারে অল্প একটু চড়ের মত থাকিয়া যাইবে। এইবারে ডেড সেন্টারটিকে $\frac{3}{16}$ ইঞ্চি আন্দাজ পিছাইয়া আলগা করিয়া দিলে জবটি সামান্য একটু টালে ঘুরিতে থাকিবে



১০২ নং চিত্র

এবং সামান্য যে চড়টুকু কাটিতে বাকী ছিল তাহা কাটিয়া যাইবে।

৩। স্টেডি রেট সাহায্যে সাপোর্ট দিয়া কিরূপে ফেসিং করা যায় তাহা পৃঃ ১৪২ ঠায় বর্ণনা করা হইয়াছে।

৪। ফেসিং করিবার সময় টুলটি ঠিক সেন্টারে বাধিতে হইবে ও ১৩২ নং চিত্রের ন্যায় বাটালির মুখটি সামান্য ভিত্তরদিকে হেলাইয়া রাখিতে হইবে।

বোরিং—১। বোরিং টুল বা বার যতদূর সম্ভব মোটা লইতে হইবে, যাহাতে বাটালি না কাঁপে। বাটালি কাঁপিলে বাটালি শীঘ্র ভেঁঙা হইয়া যায় ও ফিনিস খারাপ হয়।

২। টুল, বোরিং বার হইতে এবং বোরিং বার, টুল হোল্ডার হইতে যতদূর সম্ভব কম বাহির দিকে রাখিতে হইবে। কারণ, তাহা না হইলে বাটালি বা বোরিংবার কাঁপিতে থাকিবে।

৩। বাটালিটি ঘেন ধারাল এবং ঠিকমত ক্লিয়ারেন্স অ্যান্ড্রল বিশিষ্ট হয়।

৪। **টুলটি সেন্টারের সামান্য উপরে বাঁধিতে হইবে**

কাটিবার সময় বাটালিটির সামান্য নামিয়া যাইবার প্রবণতা দেখা যায়। বাটালিটি সেন্টারের অল্প একটু উপরে বাঁধিলে হোলটির বড় হইয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকিবে না।

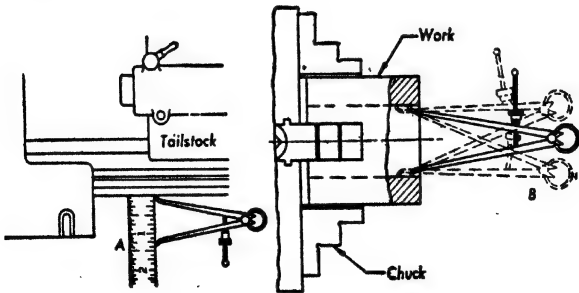
৫। বোর কাটিবার সময় বোরটির উভয় প্রান্তের মাপ পরীক্ষা করিতে হইবে। কারণ, অনেক সময়ে বোরিং বার স্ত্রীং করে এবং বোর টেপার কাটে।

৬। চাকের জ-গুলি এক্রপ জোরে টাইট দেওয়া উচিত নয়, যাহাতে বোরটি কাটা হইলে জ-এর চাপে জব বিকৃত হইয়া যাইবে।

৭। ফিনিস কোপের সময় বোরের মুখের দিকে $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি আন্দাজ জায়গা কাটিয়া মাপটি পরীক্ষা করিতে হইবে।

বোর মাপিবার পদ্ধতি—

১। **ইন্সাইড ক্যালিপার সাহায্যে—**ইন্সাইড ক্যালিপার সাহায্যে—

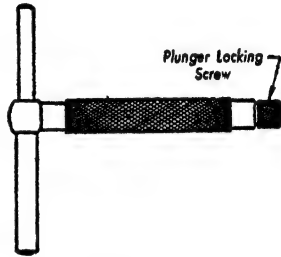


বোরের মাপ লওয়া যাইতে পারে। ১৩৩ নং চিত্রের ছায়া স্কেলটি একটি সমভল জায়গায় বসাইয়া মাপ লইতে হয়। ক্যালিপার ব্যবহারের সময় ক্যালিপারের একটি লেগ অর্থাৎ পা, সকল সময় এক জায়গায় ঠেকাইয়া রাখিয়া অপর লেগটি ঘোরাইয়া ঘোরাইয়া বোরের বিপরীত পার্শ্ব স্পর্শ করিতে হয়। ক্যালিপারটি যাহাতে ঠিক লম্বভাবে থাকে, হেলিয়া না যায়, সেদিকে বিশেষভাবে লক্ষ্য রাখিতে হইবে। রাফ বোর এইভাবে করা হয়।

কিন্তু যখন সূক্ষ্ম বোর করার প্রয়োজন হয়, তখন মাইক্রোমিটার হইতে ১৩৯ নং চিত্রের ছায়া ক্যালিপারে মাপ তুলিতে হয়।

২। **টেলিস্কোপিং গেজ সাহায্যে**—টেলিস্কোপিং গেজ সাহায্যেও

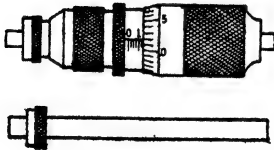
বোরের মাপ লওয়া যায়। ইহা এক প্রকারের অ্যাডজাষ্টেবল ইন্সাইড গেজ। প্রতি সেটে পাঁচটি গেজ থাকে এবং ইহাদের সাহায্যে যথাক্রমে $\frac{1}{2}$ " হইতে $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{4}$ " হইতে $1\frac{1}{4}$ ", $1\frac{1}{4}$ " হইতে $2\frac{1}{8}$ ", $2\frac{1}{8}$ " হইতে $3\frac{1}{2}$ " এবং $3\frac{1}{2}$ " হইতে ৬" পর্যন্ত মাপ লওয়া যায়। বোরের ভিতর গেজটি সেট করার পর একটি লক-নাট সাহায্যে গেজের মাপটি ঐ অবস্থায় রাখা হয়। পরে



১৩৪ নং চিত্র—টেলিস্কোপিং গেজ

গেজটি বাহির করিয়া মাইক্রোমিটার সাহায্যে গেজটি মাপিয়া বোরের মাপ লইতে হয়।

৩। **ইন্সাইড মাইক্রোমিটার সাহায্যে**—৬" ইঞ্চি বা উহার উপর মাপ হইলে ইন্সাইড মাইক্রোমিটার সাহায্যে বোরের মাপ লওয়া যায়।



১৩৫ নং চিত্র—ইন্সাইড মাইক্রোমিটার

রেডিয়াস কর্নার (Radius Corner) :—এই প্রকার টার্নিং ঠিক

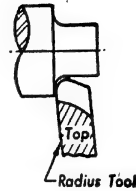
প্লেন টার্নিংএর মত কেবল বাটালিটি ১৩৬ নং চিত্রের
থায় গ্রাইন্ডিং করিতে হয় এবং টপ রেক খুব কম দিতে
হয়।

স্কোয়ার কর্নার (Square Corner) :—প্রথমতঃ
ইহা স্ট্রেট টার্নিং করিয়া লইতে হইবে, পরে ১৩৭A নং
চিত্রের থায় ফেসিং টুলদ্বারা ফিনিস করিতে হয়।

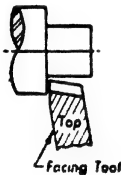
আগার-কাট (Under Cut) :—প্রথমে বস্তুটিকে
স্ট্রেট টার্নিং করিয়া রাফ কাটিং টুল বা ফেসিং টুলদ্বারা

কর্ণারটি স্কোয়ার করিতে হয়। তারপর ১৩৭B নং চিত্রের থায় বাটালি
সাহায্যে আগার-কাট করিতে হয়।

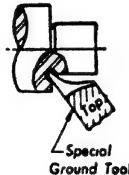
রাউন্ড-এজ (Rounded Edge) :—১৩৭ C নং চিত্রের থায় প্রথমে
বাটালিটিকে প্রদত্ত ব্যাসার্ধের রেডিয়াস গেজের সঙ্গে মিলাইয়া গ্রাইন্ডিং করিতে
হয়। তারপর বাটালিটি ঠিক সেন্টারে রাখিয়া কাটিতে হয়।



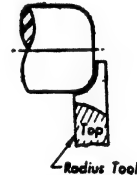
রেডিয়াস টুল
১৩৬ নং চিত্র



A



B



C

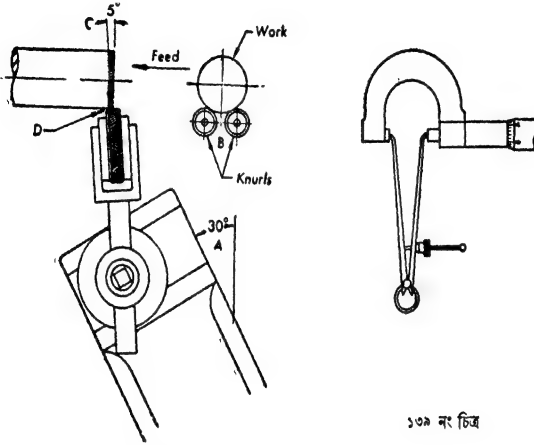
১৩৭ নং চিত্র

ফর্ম টার্নিং (Form Turning) :—লেদে ফর্ম টার্নিং দুই প্রকার
হয় :—

১। বাটালিটিকে হাতে লম্বালম্বি এবং আড়াআড়ি একত্রে চালিত করিয়া
বস্তুটিকে যে আকৃতিতে করিতে হইবে সেই আকৃতির একটি টেমপ্লেটের সহিত
মিলাইয়া করা হয়। টেমপ্লেটটির (Templet) সহিত মিলাইয়া দেখিবার
সময় টেমপ্লেটটি ঠিক বস্তুর সেন্টারে ধরিতে হইবে।

২। যে আকৃতিতে কোন বস্তু টার্নিং করিতে হইবে প্রথমে বাটালিটিকে
ঠিক সেই আকৃতিতে শান দিয়া (Grinding) লইতে হয়, তারপর

বাটালিটি ঠিক সেন্টারে বাধিয়া যে কোন একদিকে চালনা করিয়া বস্তুটিকে কাটা হয়।



১৩৯ নং চিত্র

১৩৮ নং চিত্র—নার্লিং

নার্লিং (Knurling) :—নার্লিং-এর সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলি লক্ষ্য রাখিতে হইবে :—

১। নার্লিং টুলের (Knurling Tool) উপরের এবং নীচের হইল ১৩৮ নং চিত্রের B-এর স্থায় কেন্দ্র হইতে সম-দূরে থাকিবে।

২। নার্লিং টুলটি ৫° আন্দাজে অল্প একটু বাঁদিকে কোণ করিয়া বাঁধিলে টুলটি যখন ডানদিক হইতে বাঁদিকে যাইবে, তখন একসঙ্গে সমস্ত কোণ না লইয়া ক্রমশঃ কোণ লইবে। (১৩৮ নং চিত্রের C)

৩। সাধারণতঃ নার্লিং বাটালির অর্ধেক, মালের বাহিরে রাখিয়া কোণ দিলে অপেক্ষাকৃত ভাল নার্লিং হয় (১৩৮ নং চিত্রের D)

৪। সাধারণতঃ দেখা যায় বেশী ফিডে (Coarse feed) কাটিলে নার্লিং ভাল হয়।

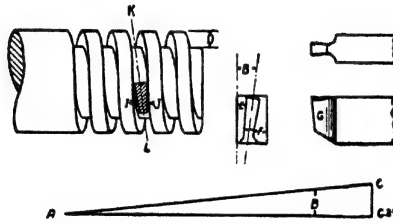
৫। নার্লিং করিবার সময় টুলে সবসময় তেল দিতে হয় যাহাতে নার্লিং টুল বেশী গরম হইয়া না যায়।

৬। একবার নার্লিং-এর প্যাটার্ণ মালে উঠিয়া গেলে নার্লিং টুল বারংবার প্যাটার্ণের উপর যাতায়াত করাইলেও প্যাটার্ণ সাধারণতঃ নষ্ট হয় না।

৭। নার্লিং করিতে করিতে নার্লিং টুলটি কোন সময় তুলিয়া লইতে নাই।

থেড কাটিবার সময় নিম্নলিখিতভাবে মেশিন সেটিং করিতে হইবে।

১। যে থেড কাটিতে হইবে বাটালিটিকে সেই প্রোফাইল অ্যান্গল (Profile Angle) গ্রাইণ্ডিং করিতে হইবে।



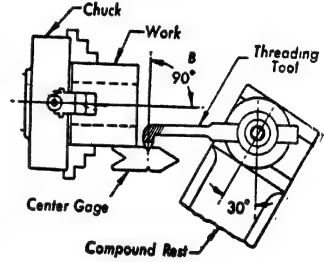
১৪০ নং চিত্র

২। স্কোয়ার থ্রেড (Square Thread) কাটিবার সময় বাটালিটিকে (১৪০ নং চিত্র) ঠিক পাটিং টুলের ছায় গ্রাইণ্ডিং করিতে হয়, কেবলমাত্র তফাৎ এই যে ইহার ধার (Side) যাহাতে থ্রেডের গায়ে না রগড়াইয়া যায়, সেইজন্য বাটালিটি যদিকে অগ্রসর হয় সেইদিকের সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যান্গল থ্রেডের হেলিক্স অ্যান্গল (Helix Angle) অপেক্ষা অল্পকিছু বেশীতে গ্রাইণ্ডিং করিতে হয়। যদি একই বাটালি দ্বারা ডান-হাতি এবং বাঁ-হাতি উভয় থ্রেডই কাটা হয় তাহা হইলে দু'পাশের সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যান্গলই হেলিক্স অ্যান্গল অপেক্ষা বেশী রাখিতে হইবে।

$$\begin{aligned} \text{হেলিক্স অ্যান্গলের ট্যানজেন্ট} &= \frac{\text{লিড}}{\text{রুট ডায়ামিটারের পরিধি}} \\ &= \frac{\text{লিড}}{\pi \times \text{রুট-ডায়ামিটার}} = \left(\frac{\text{Lead}}{\pi \times \text{root Dia.}} \right) \end{aligned}$$

যায়, আর বা-হাতি থ্রেড কাটিবার সময় বাটালিটি বাদিক হইতে ডানদিকে চালান হয়। বা-হাতি থ্রেড কাটিবার সুবিধার জন্ত সাধারণতঃ যেখান হইতে থ্রেড আরম্ভ হয় সেখানে গুঁড় (groove) কাটা হয়।

৭। থ্রেড কাটিবার সময় কম্পাউণ্ড স্লাইড দিয়া কোপ দেওয়া উচিত। সেই উদ্দেশ্যে কম্পাউণ্ড স্লাইডকে থ্রেড প্রোফাইল অ্যান্গলের অর্ধেক কোণে বাধিতে হয়। যথা, হুইট-ওয়ার্থ (Whitworth) থ্রেডের প্রোফাইল অ্যান্গল 55° , সুতরাং কম্পাউণ্ড স্লাইডকে $27\frac{1}{2}^\circ$ কোণে বাধিতে হইবে।



১৪২ নং চিত্র

৮। বাহিরের দিকে থ্রেড কাটিবার সময় যে হাতি থ্রেড কাটিতে হইবে কম্পাউণ্ড স্লাইডকে সেন্টার লাইন হইতে সেইদিকে ঘোরাইতে হইবে। যেমন—ডান হাতি থ্রেডের সময় কম্পাউণ্ড স্লাইডকে সেন্টার লাইনের অর্থাৎ ক্রশফিড স্কুর ডানদিকে এবং বা-হাতি থ্রেডের সময় ক্রশফিড স্কুর বাঁদিকে ঘোরাইতে হইবে।

কিন্তু আভ্যন্তরীণ থ্রেড কাটিবার সময় ক্রশ-স্লাইডকে ক্রশফিড স্কুর উর্দাদিকে—যেমন, ডান-হাতির বেলায় বাঁদিকে ও বা-হাতির বেলায় ডানদিকে ঘোরাইতে হইবে (১৪২ নং চিত্র দেখ)

৯। যাহাতে টুলটি (Tool) না কাঁপে সেইজন্ত টুলহোল্ডারে টুলটি যতদূর সম্ভব ছোট করিয়া বাঁধিতে হইবে। সাধারণতঃ $\frac{1}{8}$ ইঞ্চির বেশী বাহির হইয়া না থাকাই ভাল।

ড্রিলিং (Drilling)—ড্রিল প্রধানতঃ তিন প্রকার—(i) ফ্লাট ড্রিল (ii) টুইষ্ট ড্রিল (iii) সেন্টার ড্রিল। টুইষ্ট ড্রিল আবিষ্কারের পর ধাতু কাটিতে ফ্লাট ড্রিলের প্রচলন উঠিয়া যাইলেও, এখনও চিল্ড আয়রন (Chilled Iron) প্রভৃতির স্থায় শক্ত ধাতু কাটিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

টুইষ্ট ড্রিল সাধারণতঃ দুই ফ্লুট বিশিষ্ট হয়। কিন্তু পূর্বকার করা গর্তে পুনরায় ড্রিল করিতে তিন বা চার ফ্লুট বিশিষ্ট ড্রিল ব্যবহার করিলে ফল ভাল পাওয়া যায়।

ড্রিল করিবার পদ্ধতি নিম্নে প্রদত্ত হইল—

১। কোন ড্রিল করিবার পূর্বে সেন্টার ড্রিল করিয়া লওয়া ভাল। ইহাতে পরবর্তী ড্রিল ট্রিক সেন্টার ধরিয়া লইবে।

২। সেন্টার ড্রিল করিবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যাহাতে ড্রিলটি ট্রিক সেন্টারে থাকে। প্রয়োজন হইলে টেলষ্টক অ্যাড্‌জাষ্ট করিতে হইবে। তাহা না হইলে সেন্টার ড্রিলটি ভাঙ্গিয়া যাইবে।

৩। $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি বা উহার বড় মাপের ড্রিল করিতে হইলে প্রথমে উহা অপেক্ষা ছোট মাপের একটি ড্রিল করিয়া লইতে হইবে। পরে ঐক্ষিপ্ত মাপের বড় ড্রিলটি চালাইতে হইবে। প্রথমেই বড় ড্রিলটি চালাইলে ড্রিলটির মুখ জবে বিকেন্দ্রিক ভাবে বসিবার প্রবণতা দেখা যাইবে এবং ফলে গর্তটি ঐক্ষিপ্ত মাপ অপেক্ষা বড় হইয়া যাইবার এবং ট্রিক গোলাকৃতি না হইবার সম্ভাবনা থাকিবে।

৪। ড্রিল ধারাল করিয়া লইতে হইবে এবং ট্রিকমত গ্রাইণ্ডিং করিতে হইবে।

৫। ড্রিলের ব্যাস যত ছোট হইবে ড্রিল তত জোরে ঘুরিবে।

৬। ড্রিলটি ধীরে ধীরে চালাইতে হইবে। বেশী তাড়াতাড়ি করিতে যাইলে ড্রিল ভাঙ্গিয়া যাইতে পারে অথবা ড্রিল বা ড্রিল চাক স্পিণ্ডলের মধ্যে ঘুরিয়া ড্রিলের শ্রাব, সকেট বা স্পিণ্ডলের মধ্যে ঘুরিয়া সকেট বা স্পিণ্ডলের হোল নষ্ট করিয়া দিবার সম্ভাবনা থাকিবে।

৭। লম্বা ড্রিল করিতে হইলে কিছুক্ষণ অন্তর অন্তর ড্রিলটি বাহির করিয়া লইতে হইবে যাহাতে ড্রিলের ফ্লুটের মধ্য হইতে চিপ্‌স বাহির হইয়া আসে। তাহা না হইলে ফ্লুটে চিপ্‌স আটকাইয়া ড্রিলটি ভাঙ্গিয়া যাইবে।

৮। ড্রিল করিবার সময় ধাতু অনুযায়ী কাটিং কম্পাউণ্ড ব্যবহার করিতে হইবে। ইহাতে ড্রিল অধিক উত্তপ্ত হয় না এবং চিপ্‌স ফ্লুট হইতে বাহির হইয়া আসিতে পারে।

৯। কাষ্ট আয়রণ ড্রিল করিবার সময় কোনরূপ কাটিং কম্পাউণ্ড ব্যবহার করিতে নাই। ইহা শুধু কাটিতে হয়।

১০। ব্রাস (Brass) সাধারণতঃ শুধু কাটা হয়। সময় সময় অবশ্য ব্রাস ড্রিল বা রিমার চালাইবার সময় তারপিন্‌ তেল ব্যবহার করা হয়।

১১। বড় সাইজের ড্রিল অনেক সময় টেলষ্টক স্পিণ্ডলের টেপার হোলে ধরা যায় না। তখন ড্রিল হোল্ডার ব্যবহার করিতে হয়। বড় ড্রিল

করিবার সময় ড্রিলের উপর যে মোচড় পড়ে তাহা অনেক সময় টেপার শ্রাক্‌ সহ্য করিতে পারে না। ইহাতে ড্রিলটি সকেটে বা সকেটটি স্পিণ্ডলের ভিতর ঘুরিয়া যায় এবং টেলষ্টক স্পিণ্ডলের ক্ষতি হইবার সম্ভাবনা থাকে। কিন্তু ড্রিল হোল্ডারটি যাহাতে ঘুরিয়া না যায় তার জন্ত ব্যবস্থা থাকায় বড় ড্রিল করিতে সুবিধা হয়।

১২। ড্রিল হোল্ডার ব্যবহারের সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে ড্রিলের টেপার শ্রাক্‌ এবং ড্রিল হোল্ডারের টেপার হোল যেন এক টেপারবিশিষ্ট হয়।

১৩। ডেড সেন্টারটি যেন ঠিক সেন্টারে থাকে।

রিমিং—রিমার সাধারণতঃ দুই প্রকার—(i) হাণ্ড রিমার ও (ii) মেশিন রিমার। যে রিমারের শ্রাক্‌ স্ট্রেট তাহাকে হাণ্ড রিমার ও যে রিমারের শ্রাক্‌ টেপার তাহাকে মেশিন রিমার বলে। মেশিন রিমার সাধারণতঃ মোর্স টেপার বিশিষ্ট হয়।

রিমারের উদ্দেশ্য হইতেছে পূর্বকৃত ড্রিল করা ছিদ্রকে নিখুঁত মাপে আনা এবং ফিনিস ভাল করা।



১৫৩ নং চিত্র

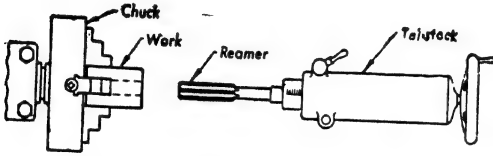
রিমার চালাইবার সময় নিম্নলিখিতভাবে চালাইতে হইবে—

- (১) ধারাল রিমার লইতে হইবে।
- (২) টেপার শ্রাক্‌ সম্পূর্ণ পরিষ্কার থাকিবে। কোনরূপ তেল বা নোংরা থাকিবে না।
- (৩) রিমারের টেপার শ্রাক্‌ টেলষ্টক স্পিণ্ডলের টেপার হোলে সোজানুজি বা সকেটের সাহায্যে পরাইতে হইবে।
- (৪) টেলষ্টক স্পিণ্ডল ঠিক সেন্টারে আছে কিনা পরীক্ষা করিতে হইবে। না থাকিলে উহাকে সেন্টারে আনিতে হইবে।
- (৫) অল্প একটু রিমার চালাইয়া বোরের মাপ লইতে হইবে। অনেক সময় রিমার ঠিক সেন্টারে না থাকার জন্ত বা ভোঁতা হওয়ার জন্ত গর্ত বড় হইয়া যায়।
- (৬) ষ্টীল কাটিবার সময় কাটিং কম্পাউণ্ড ব্যবহার করিতে হইবে।
- (৭) কাষ্ট-আয়রণ কাটিবার সময় কোনরূপ কাটিং কম্পাউণ্ড ব্যবহার হইবে না।
- (৮) ড্রিলে কাটিবার সময় যে স্পীডে জব ঘোরান হয়, রিমার চালাইবার সময় তাহা অপেক্ষা আরো ধীরে জব ঘোরাইতে হইবে।

(৯) লম্বা গর্তে রিমার চালাইবার সময় রিমারটি মাঝে মাঝে বাহির করিয়া পরিষ্কার করিতে হইবে।

(১০) রিমারটি বাহির করিবার সময় মেশিনটি বন্ধ করিতে হইবে। তাহা না হইলে গর্ত বড় হইয়া যায় এবং গর্তে দাগ পড়ে।

(১১) রিমার করিতে হইলে যে মাপের রিমার চালাইতে হইবে তাহা অপেক্ষা $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি ছোট সাইজের ড্রিল চালাইতে হইবে। ছাণ্ড রিমারের সময় .003 হইতে .005 ইঞ্চি ছোট সাইজের ড্রিল চালাইতে হইবে বা বোরিং করিয়া ঐ মাপে আনিতে হইবে।



১৪৪ নং চিত্র

(১২) ছাণ্ডরিমার চালাইবার সময় রিমারের শ্রাকের পিছনে যে সেন্টার ড্রিল করা থাকে সেখানে ডেড সেন্টার লাগাইতে হইবে এবং শ্রাকের পিছন দিকে যে চারপল ঘাট (Square) করা থাকে সেখানে একটি স্প্যানার লাগাইয়া স্প্যানারটি ক্রশ ব্লাইন্ডে ঠেস দিতে হইবে যাহাতে রিমারটি ঘুরিয়া না যায়।

(১৩) জবটি ঘুরিতে থাকিবে এবং টেলষ্টক সাহায্যে রিমারটি ধীরে ধীরে আগাইতে হইবে।

(১৪) রিমারে কখনও চাপ বেশী দিতে নাই। তাহাতে রিমার ডাকিয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে।

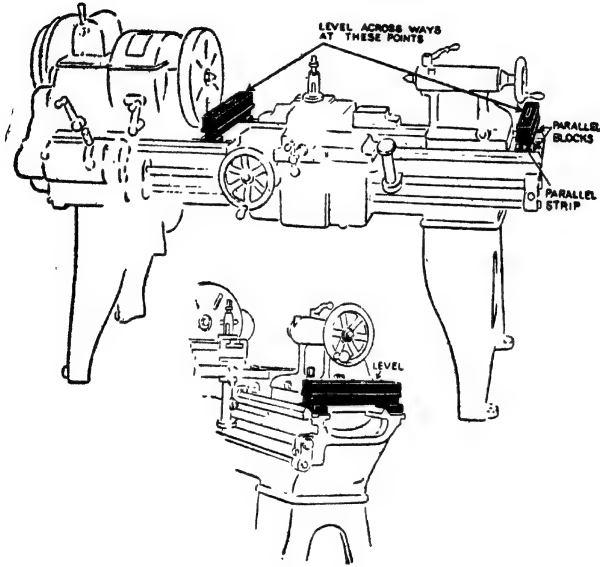
দ্বাদশ অধ্যায়

লেদ মেশিন কিরূপে বসাইতে হয়

লেদ মেশিন বসাইবার স্থান নির্বাচনের সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেখানে লেদ মেশিন বসান হইবে সেখানে যেন প্রচুর সূর্যের আলো ঢোকে এবং জায়গাটি যেন অপেক্ষাকৃত শুষ্ক হয়, যাহাতে মেশিনে মরিচা না পড়ে। যদি সূর্যের আলো ঢোকে এরূপ স্থান পাওয়া না যায়, ইলেকট্রিক আলোর ব্যবস্থা ভাল বকম করিতে হইবে।

লেদ যে প্যাকিং বাক্স করিয়া আসে তাহা খুলিয়া ফেলিতে হইবে। কিন্তু লেদের পায়ার সঙ্গে বোল্ট দ্বারা যে কাঠের তক্তাটি আঁটা থাকে, তাহা এই সময় খোলা হইবে না।

ক্রেনের ব্যবস্থা না থাকিলে মেসিনের তলায় দুইটি রড দিয়া উহাকে গড়াইয়া মেসিন যেখানে বসিবে সেখানে লইয়া যাইতে হইবে।



১৪৫ নং চিত্র

মেসিন যেখানে বসিবে সেই জায়গা সম্পূর্ণ নিরেট এবং খুব দৃঢ় হওয়া প্রয়োজন। জমি যদি নরম হয় তাহা হইলে মেসিনের লেভেল (Level) এবং মিল (Alignment) নষ্ট হইয়া যায়। ফলে মেসিন হইতে নিখুঁত কাজ পাওয়া সম্ভব হয় না। অতরাং মেসিনের দৃঢ় ভিত্তি সবিশেষ প্রয়োজন।

মেসিনটি যেখানে বসিবে সেখানে পৌছাইলে, যে বোল্টগুলি তলার তক্তাটিকে পায়ার সহিত আটকাইয়া রাখিয়াছে সেগুলি খুলিয়া ফেলিতে হইবে এবং মেসিনটি বাহাতে উল্টাইয়া না যায় সেদিকে সতর্ক দৃষ্টি রাখিয়া তলার তক্তাটি বাহির করিয়া লইতে হইবে।

ছেঁড়া ছাকড়া বা জুট কেরোসিন তেলে ভিজাইয়া মেসিনের গায়ে তৈলাক্ত পদার্থের যে আবরণ থাকে তাহা তুলিয়া ফেলিতে হইবে।

ইহার পর লেদটির নিখুঁতভাবে লেভেল ঠিক করিতে হইবে। ইহা যে কতটা প্রয়োজনীয় তাহা অনেকেই উপলব্ধি করিতে পারেন না। লেদ বেড যতই মোটা হউক না কেন, অসমতল জায়গায় বসাইলে উহা বিকৃত হইবে এবং মেসিন নির্মাতার মেসিনটিকে নিখুঁত করিবার সমস্ত প্রয়াস বিফল হইবে।

মেসিনটি লেভেল করিবার জ্ঞান প্রথমে প্রিসিসন গ্রাউণ্ড বাধ লেভেল সংগ্রহ করিতে হইবে। সাধারণ স্পিরিট লেভেল বা কন্সিনেসন স্কোয়ার লেভেলের ইহা কাজ নহে। শক্ত কাঠ-এর (Hard wood) পাতলা পাতলা টুকরা পায়াগুলির তলায় দিয়া মেসিনটি লেভেল করিতে হইবে এবং ১৪৫নং চিত্রের ছায়া একবার হেডষ্টকের সামনে এবং একবার টেলষ্টকের পিছনে, বেডের সম্মুখের ও পশ্চাত্তের পথের (ways) উপরে সমান্তরাল ব্লক বসাইয়া তাহার উপর লেভেলটি রাখিয়া মেসিনের লেভেল ঠিক হইল কিনা পরীক্ষা করিয়া দেখিতে হইবে। এইভাবে যতক্ষণ না লেভেল ঠিক হয় মেসিনের লেভেল ঠিক করিতে হইবে।

মেসিনের লেভেল ঠিক হইলে যে বোল্টগুলি পূর্বেই পায়ার গর্তের মধ্য দিয়া ঢোকাইয়া রাখা হইয়াছে তদ্বারা টাইট দিতে হইবে। এখানে স্মরণ রাখা দরকার বোল্টগুলি বেশী জোরে টাইট দেওয়া উচিত নহে। ইহাতে লেভেল পুনরায় নষ্ট হইয়া যাইতে পারে। কেবলমাত্র মেসিনটি যাহাতে সরিয়া না যায় তজ্জ্ঞ যেটুকু প্রয়োজন টাইট দিতে হইবে।

কংক্রীট ভিতের উপর মেসিন বসাইলেও মেসিনের পায়ার কখনও কংক্রীট করিতে নাই। কারণ মেসিনের লেভেল মাঝে মাঝে ঠিক করিতে হয়।

ত্রয়োদশ অধ্যায়

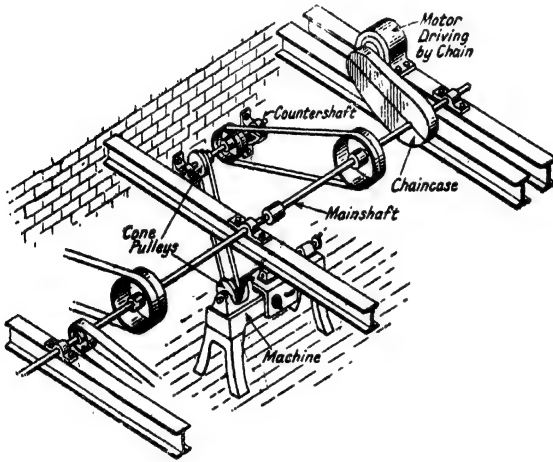
শক্তি সঞ্চালন

(Transmission of Power)

কোন মেসিন হইতে কাজ পাইতে হইলে প্রায় সর্বক্ষেত্রেই মেসিনে প্রথম একটি আবর্তন (Rotational) গতি দিতে হয়। তাহার পর বিভিন্ন মেসিনের অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন যান্ত্রিক ব্যবস্থা দ্বারা সেই গতিকৈ কাজ অনুযায়ী

বিভিন্ন গতিতে [যেমন সেপিং এবং প্লেনিং মেশিনের অগ্রপশ্চাৎ (Reciprocating) গতি, লেদ কার্ভারের লম্বালম্বি (Longitudinal) গতি ইত্যাদি] রূপান্তরিত করা হয়। এই প্রাথমিক গতি (Motion) মেশিনে কিরূপে দেওয়া হয় তাহা জানা প্রয়োজন।

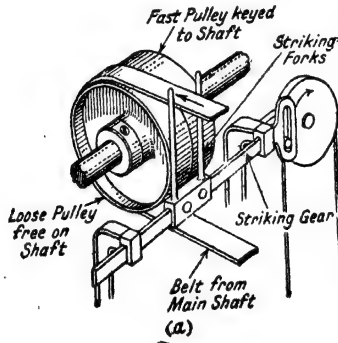
বর্তমানে প্রায় সমস্ত মেশিনের সহিত একটি ইলেকট্রিক মোটর থাকে এবং এই মোটর বেল্ট, চেন, গিয়ার বা সোজাসুজি কাপলিং (Coupling) দ্বারা মেশিনের আবর্তন গতি (Rotational Motion) দেয়। কিন্তু পূর্বে একটি মোটর দ্বারা অনেকগুলি মেশিন চালান হইত। মেশিনে সর্বপ্রথম



১৪৬ নং চিত্র

গতি কিরূপে দেওয়া হইত তাহা ১৪৬ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে। এই পদ্ধতিতে মোটরের সহিত মেন সাফ্ট পুলিকে চেন বা বেল্ট দ্বারা যুক্ত করিয়া প্রথম মেন সাফ্টকে (Main Shaft) ঘোরান হয়। তাহার পর বেল্ট দ্বারা মেন সাফ্ট হইতে কাউন্টার-সফ্ট (Counter Shaft) ও কাউন্টার-সফ্ট হইতে মেশিনকে ঘোরান হয়। কিরূপে কাউন্টার সাফ্ট হইতে মেশিন চালান হয় তাহা ১৪৭ নং চিত্রে দেখান হইয়াছে। কাউন্টার সাফ্টে একটি ফাষ্ট বা ফিক্সড পুলি (Fast-or-Fixed Pulley), একটি লুজ পুলি (Loose Pulley) এবং একটি স্টেপ-কোণ পুলি (Step Cone Pulley) থাকে। ফাষ্ট পুলি

এবং ষ্টেপ-কোণ পুলি কাউন্টার-সফ্টের সহিত চাবি দ্বারা আঁটা থাকে আর লুজ পুলি কাউন্টার-সফ্টের সহিত কোনরূপ ভাবে আঁটা থাকে না। মেশিন যখন বন্ধ থাকে তখন মেন সফ্ট পুলির সহিত লুজ পুলি বেন্ট দ্বারা যুক্ত থাকে, ফলে লুজ পুলিটি ঘুরিতে থাকে। কিন্তু লুজ পুলি কাউন্টার-সফ্টের উপর আলগাভাবে থাকায় লুজ পুলি ঘুরিলে কাউন্টার-সফ্ট ঘোরে না। যখন মেশিন চালাইবার দরকার হয় তখন ষ্ট্রাইকিং গিয়ার হইতে যে চেনটি নামিয়া আসে তাহাকে একদিকে টানিলে ষ্ট্রাইকিং ফর্কটি সরিয়া যায়, ফলে বেন্টটি লুজ পুলি হইতে ফাষ্ট পুলিতে চলিয়া যায়। তখন ফাষ্ট পুলিটি ঘুরিতে আরম্ভ করে এবং ফাষ্ট পুলির সহিত কাউন্টার-সফ্ট চাবি দ্বারা আঁটা থাকায় কাউন্টার-সফ্ট এবং কাউন্টার-সফ্টের সহিত কোণ-পুলি আঁটা থাকায়



১৪৭ নং চিত্র -

কোণ-পুলি ঘুরিতে আরম্ভ করে। কাউন্টার সফ্ট কোণ-পুলির একটি ধাপের সহিত মেশিন কোণ-পুলির একটি ধাপ বেন্ট দ্বারা বরাবর যুক্ত থাকে, ফলে মেশিনের কোণ-পুলি ঘুরিতে আরম্ভ করে।

চতুর্দশ অধ্যায়

টারেট লেদ (Turret Lathe) ও ক্যাপস্টন লেদ

ঈদ উৎপাদনের উদ্দেশ্যে ইঞ্জিন লেদের সামান্য পরিবর্তন করিয়া টারেট লেদ নির্মিত হইয়াছে। এই প্রকার মেশিনের এরূপ নামকরণের কারণ হইতেছে এই মেশিনের টেলটকের স্থলে একাধিক পার্শ্ববিশিষ্ট টারেট (Turret) অর্থাৎ

গম্বুজ আকৃতির এক প্রকার টুলপোষ্ট থাকে। টুলপোষ্টটি একটি খাড়াই পিনকে কেন্দ্র করিয়া ঘোরাইয়া বিভিন্ন অবস্থানে বাঁধা যায়। টারেট সাধারণতঃ চার হঠাতে আট পার্শ্ব বিশিষ্ট হয়, কিন্তু ছয় পার্শ্ববিশিষ্ট টারেটই সর্বাধিক প্রচলিত।

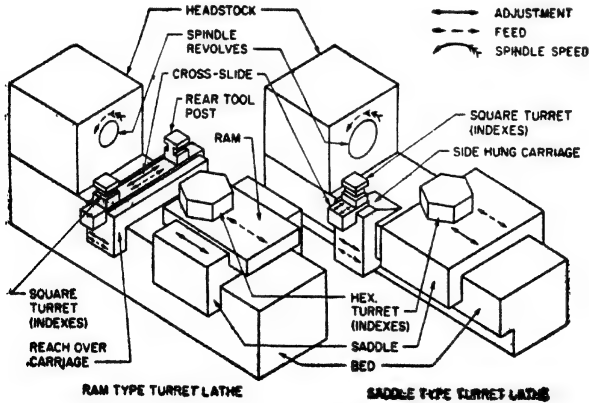
এই প্রকার মেশিন চালাইবার পদ্ধতি মোটামুটিভাবে ইঞ্জিন লেদেরই থায়। কেবলমাত্র অধিক উৎপাদনের উদ্দেশ্যে এই প্রকার মেশিনে কিছু অতিরিক্ত ব্যবস্থা ও অ্যাটাচমেন্ট আছে।

টারেট লেদের শ্রেণীবিভাগ :—ডিজাইনের দিক হইতে টারেট লেদের নিম্নলিখিত শ্রেণীবিভাগ করা হয়—

- | | | |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|
| (ক) হোরাইজন্টাল
(Horizontal)— | { | র‍্যাম টাইপ (Ram Type) |
| | | (ইহাকেই ক্যাপ্‌স্টন বলে) |
| | | স্যাডল টাইপ (Saddle Type) |
| (খ) ভার্টিকাল
(Vertical)— | { | সিঙ্গেল স্টেশন (Single Station) |
| | | মাল্টি স্টেশন (Multi Station) |

(গ) অটোমেটিক (Automatic)

কতকগুলি বিশেষ বৈশিষ্ট্য—যেমন, মেশিনটি ঘোরাইবার (Drive) রীতি, মেশিনের ক্যাপাসিটি অর্থাৎ ধারণ-ক্ষমতা, টুল স্লেইডের সংখ্যা ও ব্যবস্থা, মেশিনটি বার (Bar)-এর কাজ না চাকের কাজের জন্য নির্মিত প্রভৃতির উল্লেখ করিয়া উপরিউক্ত শ্রেণীবিভাগকে আরো উপ-বিভাগে বিভক্ত করা যায়।



হোরাইজন্টাল টারেট লেদ—টারেট লেদ বলিতে সাধারণতঃ হোরাইজন্টাল-টারেট লেদকেই বোঝায়। কতকগুলি টারেট লেদ, বার (Bar) অর্থাৎ রড ইহাতে বস্তু নির্মাণের জন্ত বিশেষভাবে নির্মিত। এগুলিকে বার টাইপ মেসিন বলে।

এই প্রকারের মেসিনকে, বিশেষ করিয়া এই প্রকারের ছোট মাপের মেসিন গুলিকে স্ক্রু মেসিন বা হ্যাণ্ড স্ক্রু মেসিন বলে। যে মেসিন চাকে বস্তু ধরিয়া কাটিবার জন্ত বিশেষভাবে নির্মিত তাহাকে চাক টাইপ মেসিন বলে। এই দুই প্রকার মেসিনের আকৃতি ও ডিজাইন একই রকম। কেবলমাত্র তফাৎ এই যে চাক টাইপ মেসিন বার টাইপ মেসিন অপেক্ষা অনেক বেশী দৃঢ় করিয়া নির্মিত। কারণ, অধিকাংশ সময় বার টার্নিং টুল জবকে সাপোর্ট দেয় কিন্তু চাকিং টুল ঝোলে এবং জবকে সাপোর্ট দেয় না।

উপরিউক্ত উভয় প্রকার টারেট লেদকেই র্যাম ও শ্রাড্‌ল এই দুই টাইপে বিভক্ত করা যায়।

র্যাম টাইপ টারেট লেদ বা ক্যাপ্‌স্টন লেদ—এই প্রকার লেদে ১৪৮ নং চিত্রের ন্যায় টারেটটি একটি র্যামের উপর অবস্থিত থাকে। র্যামটি লম্বাখিনিকে একটি শ্রাড্‌লের উপর যাতায়াত করে এবং শ্রাড্‌লটি বেডের উপর ইচ্ছামত জায়গায় আটকাইয়া (Lock) রাখা যায়। টারেটের বিভিন্ন পার্শ্বে যে টুল আটকাইবার জায়গা (Tool Holder) আছে তাহাতে টুল বাঁধা হয় এবং র্যামটিকে বাঁ দিকে চালনা করিয়া হেডষ্টকের দিকের টুল দ্বারা বস্তু কাটা হয়। যখন র্যামটিকে ফিরাইয়া আনা হয় টারেটটি ঘুরিয়া যায় এবং পুরের পার্শ্বটি যাহাকে ইংরাজীতে স্টেশন (Station) বলা হয়, হেডষ্টকের দিকে আসে।

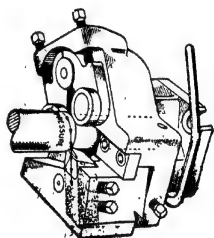
র্যাম শ্রাড্‌ল অপেক্ষা হালকা এবং সহজে দ্রুততর চালনা করা যায়। কিন্তু ইহা অপেক্ষাকৃত কম দৃঢ়। সেইজন্য র্যাম টাইপ মেসিন ছোট এবং মাঝারি ধরণের কাজ, যেখানে র্যাম বেশী খুলিবে না, সেইরূপ কাজের জন্য সুপারিশ করা হয়।

ইলেকট্রিক হেড ও অলগিয়ার হেড এই দুই ধরনের হেডষ্টক থাকে। ইলেকট্রিক হেডে একাধিক স্পীডবিশিষ্ট ইলেকট্রিক মোটর সোজাখুজি স্পিগুলকে

(সর্বাধিক) প্রতি মিনিটে তিন হাজার পাক পর্যন্ত ঘোরায়। অলগিয়ায় হেডে প্রিসিলেক্টর (Pre-selector) অর্থাৎ পূর্ব হইতে নির্বাচন করিবার ডায়াল এবং লিভার থাকে। ইহার ফলে মেশিন চালক একটি কোপ চলিতে চলিতে পরের কোপের মেশিন স্পীড নির্বাচন করিয়া রাখিতে পারেন। কোপটি শেষ হইবা মাত্র মেশিন চালক মেশিনটি চালু করিবার লিভারটি ঠেলিয়া দেন এবং তৎক্ষণাৎ স্পীড পরিবর্তিত হয়। সাধারণতঃ ছয় হইতে বারটি স্পিগুল স্পীড এই প্রকার মেশিনে দেওয়া যায়।

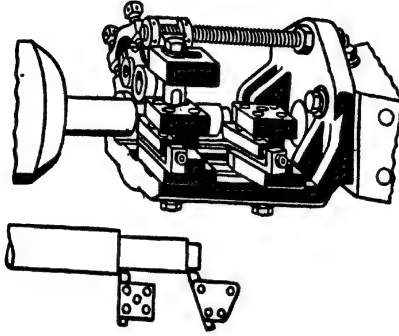
রায়ম টাইপ টারেট লেদের ক্যারেজ হেডষ্টক ও শ্যাডলের মধ্যে বেডের সম্পূর্ণ গ্রন্থ জুড়িয়া সেতুর (Birdge) ন্যায় বিস্তৃত থাকে। ইহাকে ব্রিজ টাইপ ক্যারেজ বলে। ক্যারেজের উপর ক্রেশ প্লাইড অবস্থিত এবং উহার উপর সম্মুখদিকে চারিটি টুল বাধিবার উপযুক্ত এবং হাতে ঘোরান যায় এক্রপ চৌকা আকৃতির টুলপোষ্ট (Four Station Turret Tool Holder) থাকে এবং পিছনের দিকে এক বা একাধিক টুল বাধিবার টুল হোল্ডার (Tool Holder) থাকে।

গ্লেন ক্রেশ প্লাইড সম্পূর্ণ হস্ত চালিত কিন্তু ইউনিভার্সাল (Universal) ক্রেশ প্লাইড স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালনা করা যায় এবং শেষোক্তটিই অধিক প্রচলিত। ক্রেশফিড গ্লু ও মাইক্রোমিটার ডায়াল সাহায্যে ক্রেশ প্লাইডকে আড়াআড়ি দিকে নিখুঁতভাবে নির্দিষ্ট পরিমাণ চালনা করা যায়। ক্রেশ প্লাইডকে হাতে চালনা করা হোক বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালনা করা হোক উহার স্কোয়ার টারেটে অবস্থিত প্রতিটি টুলকে নির্দিষ্ট জায়গায় থামাইবার জন্য যথাক্রমে পজিটিভ ষ্টপ অর্থাৎ, সোজা-অজি থামাইবার ব্যবস্থা এবং ফিড ট্রিপ অর্থাৎ স্বয়ংক্রিয়ভাবে ক্রেশ প্লাইডকে চলাইবার লিভারটি বাহাতে উঠিয়া যায় তাহার ব্যবস্থা থাকে। ক্যারেজের এবং র্যামের প্রতিটি টুল বাহাতে লম্বালম্বি দিকে নির্দিষ্ট জায়গায় আসিয়া থামিয়া যায় তাহারও ব্যবস্থা থাকে। ফলে, একটি বস্ত্র কাটিয়া মেশিনটি একবার



১৪২ নং চিত্র—বার টার্নার।
ইহাতে এক জোড়া রোলার টার্নিং
করা অংশকে হাশোর্ট দেখা ৪

সেট করা হইলে, ঐ প্রকারের পরের বস্তুগুলি কাটিবার সময় আর প্রতিবার মাপ লইতে হয় না এবং প্রতিটি বস্তু ঠিক প্রথমটির স্থায় হয়।

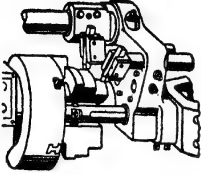


১৫০ নং চিত্র—মাল্টিপল বাব টার্নার। ইহাতে একজোড়া রোলার টার্নিং করা অংশকে সাপোর্ট দিতেছে ও দুইটি বাটালি মালটিকে কাটিতেছে। এই প্রকার ব্যবস্থায় ইচ্ছা করিলে প্রতি টুল রকে দুইটি করিয়া বাটালি বসাইয়া একসঙ্গে চারিটি বাটালি ব্যবহার করা চলে।

শ্রাড্‌ল টাইপ টারেট লেদ—শ্রাড্‌ল টাইপ টারেট লেদে টারেটটি সোজাশুজি শ্রাড্‌লের উপর বসান থাকে এবং শ্রাড্‌লটি বেডের উপর লম্বালম্বি দিকে যাতায়াত করে। এই ডিজাইন বড় টারেট লেদের পক্ষে ভাল। কারণ, ইহা টুলকে ভালভাবে সাপোর্ট দেয় এবং প্রয়োজনমত টুলকে লম্বালম্বি দিকে র‍্যাম টাইপ মেশিন অপেক্ষা অনেক বেশী দূরত্বে চালনা করা যায়। বস্তু কাটিবার জন্ত শ্রাড্‌লকে হাতে বা যন্ত্র-শক্তিতে (Power) হেডষ্টকের দিকে চালনা করা যায় এবং শ্রাড্‌লটি যখন ফিরাইয়া আনা হয়, টারেটটি আপনা হইতে ঘুরিয়া যায় এবং পরের টুলটি হেডষ্টকের সামনে আসিয়া দাঁড়ায়।

কোন কোন মেশিনে শ্রাড্‌লের কেন্দ্রে টারেটটি বসান থাকে আবার কোন মেশিনে টারেটটিকে আড়াআড়ি দিকে চালনা করা যায়। ইহার ফলে বড় ব্যাসের বস্তুকে কাটিবার সময় টুল বেশী ঝোলে না এবং টেপার বা ফর্ম টার্নিং ও বোরিং করিতে সুবিধা হয়।

অধিকাংশ শ্রাড্‌ল টাইপ মেশিনে সাইড হাং টাইপ (Side hung type) অর্থাৎ ঝুলান পার্শ্ববিশিষ্ট ক্যারেজ থাকে। এই প্রকার ক্যারেজের



এক পার্শ্ব বেডের সম্মুখের প্লাইডে বসান থাকে এবং অপর পার্শ্ব পিছনের প্লাইড পর্যন্ত না পৌঁছাইয়া ঝুলিতে থাকে।

ইহার ফলে বহুতর ব্যাসের বস্তু মেশিনে ঘোরান সম্ভব হয় কিন্তু ক্রশ প্লাইডের পিছনে অবস্থিত টুল পোষ্টটি আর থাকে না।

১৫১ নং চিত্র—মাল্টিপল টার্পার হেড। ইহার সাহায্যে একই সঙ্গে বোরিং ও বিভিন্ন ব্যাস টার্পিং করা চলে।

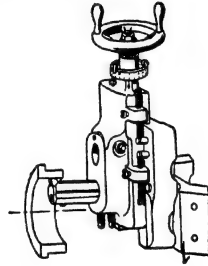
ক্রশ প্লাইড এবং ক্যারেজ, উভয়কেই হাতে বা যান্ত্রিক শক্তিতে চালনা করা যায়। ক্রশ ফিড স্ক্রু এবং মাইক্রোমিটার ডায়াল সাহায্যে ক্রশ প্লাইডকে নিখুঁতভাবে ইচ্ছামত দূরত্বে সরান যায়। ক্যারেজ এবং টারেটের সব কয়টি টুলের লম্বাখি দিকের দোড় থামাইবার জন্য ষ্টপ-এর (Stop) ব্যবস্থা আছে।

ইঞ্জিন লেদ ও টারেট লেদের মধ্যে

পার্থক্য—এই দুই মেশিনের প্রধান পার্থক্য হইতেছে যে, টারেট লেদ প্রডাক্সন কাজের পক্ষে উপযুক্ত আর ইঞ্জিন লেদ নানা আকার এবং প্রকারের অল্প সংখ্যক কাজের পক্ষে উপযুক্ত। যে সকল বৈশিষ্ট্য থাকার জন্য টারেট লেদ দ্রুত উৎপাদন (Production) মেশিনে পরিণত হইয়াছে সেগুলি হইতেছে—

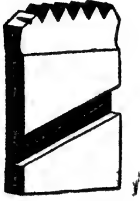
১। পর পর টুলগুলি যে ভাবে ব্যবহৃত হইবে, টারেটে টুলগুলি পরপর সেইভাবে সেট করিয়া রাখা যায়।

২। প্রত্যেকটি টুলের জন্য ষ্টপ (Stop) বা ফিড ট্রিপের (Feed Trip) ব্যবস্থা আছে। ফলে, প্রত্যেকটি জব ঠিক পূর্ববর্তী জবের ন্যায় কাটা হয়।



১৫২ নং চিত্র—প্লাইড, টুল হোল্ডার। বোরিং টুল সমেত প্লাইডটি হাণ্ডে হইল সাহায্যে সরাইয়া ইহা দ্বারা ছোট হইতে অনেক বড় পর্যন্ত বোর (Bore) করা চলে।

- ৩। ক্রেশ শ্লাইডের এবং টারেটের টুলকে একই সঙ্গে চালনা করা যায়।
- ৪। টুল এবং জবকে অভ্যন্তরীণভাবে ধরিবার ব্যবস্থা এই মেশিনে আছে।



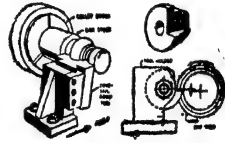
১৫৪ নং চিত্র—থ্রেড কাটিং চেজার।
সেলেক্ট ওপনিং (আপনা হইতে পলিয়া যায়
এরূপ) ডাই হেডে এই প্রকারের চেজার
পর্যায়ী থ্রেড কাটা হয়।

১৫৩ নং চিত্র—প্লেন বার টার্নার। একটি
ভি (V) আকৃতির ব্লক জবটিকে সাপোর্ট
দিতেছে।

টারেট লেন্দের কাজ।

টার্নিং—বার টার্নারে একটি কাটার বাধা হয় এবং উহার কাটারের (Bar Turner Cutter) কেবল মাত্র ফেস (Face) অর্থাৎ মাথা (Top) গ্রাইন্ডিং করা হয়। কাটারটিকে ভার্টিকাল (Vertical) অর্থাৎ উলম্বতলে কোপের দিকে ও বস্তুর কেন্দ্রের দিকে হেলাইয়া রাখিয়া কাটিং অ্যাঙ্গল দেওয়া হয়।

মাল্টিপল্ কাটার বার টার্নার অর্থাৎ একাধিক বাটলিবিশিষ্ট বার টার্নারে কাটার হোরাইজন্টাল অর্থাৎ অনুভূমিক তলে বাধা হয় ও গ্রাইন্ডিং করিবার সময় সাইড ক্লিয়ারেন্স ও লিপ-অ্যাঙ্গল দেওয়া হয়।



রোলস (Rolls)—বার টুল হোল্ডারের রোল, পূর্বে মেশিন করা রড টার্নিং-এর সময়, বাটালির আগে বা পিছনে বাধা যায়; তবে বাটালির পিছনে বাধার সুবিধা এই যে, ইহার ফলে জবের ফিনিস খুব মন্থণ ও নিখুঁত হয়। কিন্তু রড যদি রাফ হয় তাহা হইলে রোল

সকল সময় বাটালির পিছনে সেট করিতে হইবে। উচ্চশ্রেণীর ফিনিস পাইতে হইলে নিম্নলিখিত তিনটি বিষয় লক্ষ্য রাখিতে হইবে—

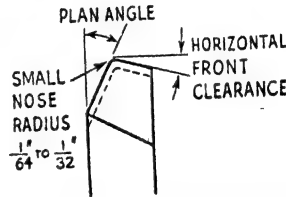
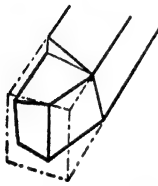
১৫৫ নং চিত্র—ফর্মটুল। দুই প্রকারের ফর্মটুল ব্যবহার হয়। বাম দিকের টুলটিকে তাহার পিছনদিকের আকৃতির জন্ত ডডটেল ফর্মটুল বলে। ডানদিকের টুলটিকে সাকুলার (গোলাকৃতি) ফর্মটুল বলে।

- ১। রোলসকলের (Rolls) ফেস অর্থাৎ উপরের পৃষ্ঠ এক রেখায় থাকিবে।
- ২। রোলসকলের যে পার্শ্ব আগে মালের সংস্পর্শে আসে সেই পার্শ্ব নিখুঁত গোল এবং সম্পূর্ণ এক রকম হওয়া দরকার।
- ৩। রোলসকলের য়েণ্ড প্লে (End play) অর্থাৎ পার্শ্বের দিকের নড়া 002 হইতে 003 ইঞ্চির বেশী হইবে না।

বাটালি শান দিবার পদ্ধতি (Grinding the cutting tool)

১। বাটালি শান দিবার সময় সর্বদা চোখে গগ্‌লস (Goggles) পড়িতে হয়, যাহাতে গ্রাইণ্ডিং হইলের কণা চোখে লাগিয়া চোখের ক্ষতি করিতে না পারে।

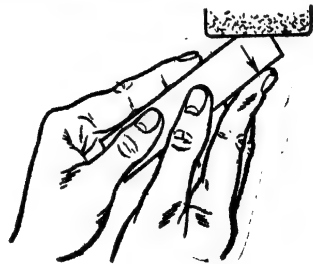
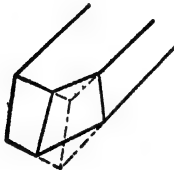
২। বাটালি শানিবার পূর্বে ড্রেসার (Dresser) দিয়া প্রথমে গ্রাইণ্ডিং



১৫৬ নং চিত্র

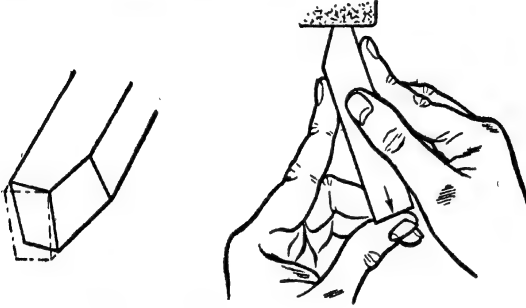
হইল ভালভাবে ড্রেস করিতে হয়, যাহাতে গ্রাইণ্ডিং হইল এবড়োখেবড়ো ও তেলা না থাকে।

৩। ১৫৬ নং চিত্রের স্থায় একটি প্লেন টার্নিং টুল গ্রাইণ্ড করিতে হইলে বাটালিটিকে ১৫৭ নং চিত্রের ন্যায় ধরিয়া প্রথমে বাঁশাশ গ্রাইণ্ড করিয়া প্লান



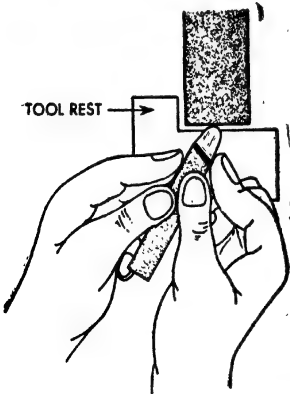
১৫৭ নং চিত্র

অ্যাস্ল ও সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যাস্ল আনিতে হইবে। গ্রাইণ্ডিং প্রথমে তলার দিক হইতে শুরু করিয়া ক্রমশঃ উপর দিকে আনিতে হইবে। গ্রাইণ্ডিং-এর সময় ডান হাতের তর্জনী দ্বারা বাটালিটি গ্রাইণ্ডিং হইলের সহিত কোথায় ও কিভাবে ঠেকিয়া আছে অনুভব করিতে হইবে এবং সেই অনুসারে বাটালিটি চালাইতে হইবে। বাটালিটি শক্ত করিয়া ডান হাতে



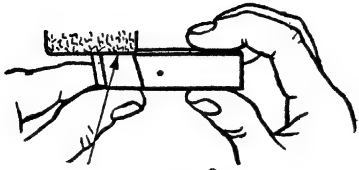
১৬৮ নং চিত্র

ধরিতে হইবে ও বাহাতে বাটালিটির গতি নিয়ন্ত্রিত করিতে হইবে এবং ডান হাতের তর্জনী দ্বারা গ্রাইণ্ডিং-এর জন্ত ত্রিকমত চাপ (Grinding Pressure) দিতে হইবে। টুল রেষ্টের উপর বাটালি রাখিয়া কখনও গ্রাইণ্ডিং করিতে নাই। হাত টুল রেষ্টের উপর রাখিতে হয় যাহাতে বাটালিটি ত্রিকমত চালনা করা যায়।



১৬৯ নং চিত্র

৪। ইহার পর ১৬৮নং চিত্রের ত্রায় বাটালিটি ধরিয়া ত্রিক পূর্বের ত্রায় ফ্রন্ট রিলিভ (Front Relieve) বা হোরাইজন্টাল ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স (Horizontal Front Clearance) অ্যাস্ল ও ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স অ্যাস্ল একসাথে গ্রাইণ্ডিং করিতে হইবে। তবে এক্ষেত্রে বা হাতের বুড়ো আঙ্গুল দ্বারা বাটালিটিকে গ্রাইণ্ডিং হইলের গায়ে চাপিয়া ধরিতে হইবে ও কিভাবে গ্রাইণ্ডিং হইতেছে তাহা অনুভব করিতে হইবে।

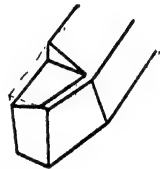
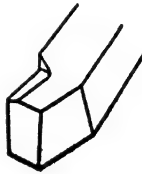


১৬০ নং চিত্র

৫। ১৫৯নং চিত্রের স্থায় বাটালিটি ধরিয়ে বাটালিটির মুখে (Nose) সামান্য রেডিয়াস (Radius) দিয়া লইতে হয়।

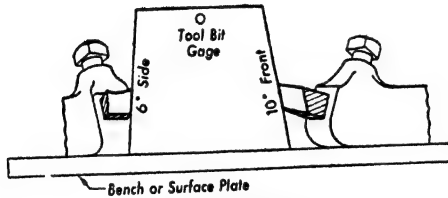
৬। ১৬০নং চিত্রের স্থায় ধরিয়ে টপ ব্যাকরেক ও টপ সাইডরেক দিতে হয়।

ইহা ক্রমান্বয়ে ক্রমে
করিতে হইবে তাহা
১৬১নং চিত্র লক্ষ্য করিলে
বুঝিতে পারা যাইবে।

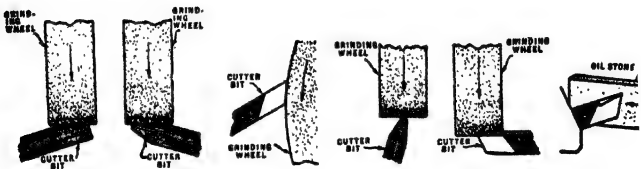


১৬১ নং চিত্র

৭। ১৬৩নং চিত্রের স্থায়
অয়েল স্টোন (Oil
Stone) দ্বারা বাটালির কাটিং-এজ সামান্য ঘসিয়া দিতে হইবে।



১৬২ নং চিত্র—টুল বিট গেজ



১৬৩ নং চিত্র

৮। ক্রম ক্রমে ক্রম গ্রাইন্ডিং হইল ব্যবহার করা হয় তাহার একটি মোটামুটি ধারণা পরের পৃষ্ঠায় দেওয়া হইল—

হাক্স রাফ কাজে— A — 36 — O — 5 — B

হাক্স ফিনিস কাজে— A — 60 — N — 5 — B

ভারী রাফ কাজে— A — 30 — O — 5 — B

২। টুল গ্রাইণ্ডিং ঠিক হইল কিনা ১৬২নং চিত্রের স্থায় দেখিতে টুল বিট গেজ (Tool Bit Gauge) দ্বারা পরীক্ষা করা যায়।

১৬৩নং চিত্রে টুল হোল্ডারের একটি প্লেন টার্মিং টুল বিট কিরূপে শানিতে হয় তাহা দেখান হইয়াছে।

কার্বাইড টিপড টুল গ্রাইণ্ডিং

কার্বাইড টিপড টুল সবুজ রংয়ের সিলিকন কার্বাইডের গ্রাইণ্ডিং হইলে কোনরূপ কুলাণ্ট বা জল না দিয়া শুষ্ক অবস্থায় গ্রাইণ্ডিং করা হয়। খুব পর্যাপ্ত পরিমাণ কুলাণ্ট দিয়া গ্রাইণ্ডিং করিলে কোন ক্ষতি হয় না। কিন্তু সাধারণতঃ অত পর্যাপ্ত কুলাণ্ট দেওয়া যায় না। ফলে কম ও অনিয়মিত ভাবে বাটালির মুখে কুলাণ্ট পড়ায় বাটালিটি বারে বারে গরম ও ঠাণ্ডা হইতে থাকে ও বাটালিটি ক্র্যাক্ (Crack) হইয়া অর্থাৎ চিড় খাইয়া যায়।

ডায়মণ্ড হইলেও কার্বাইড টুল শানা যায়। তবে ডায়মণ্ড হইলে শানিবার সময় কুলাণ্ট ব্যবহার করিতে হইবে।

কার্বাইড টুল সব সময় একটা সেট বা যোগানের উপর রাখিয়া শানা হয়। ঐ যোগানটি গ্রাইণ্ডিং মেসিনের সহিত একরূপভাবে লাগান থাকে যে উহাকে যে কোন কোণে বাঁধা চলে।

কার্বাইড টুল শানিতে হইলে প্রথমে রাফ গ্রাইণ্ডিং তারপর ফিনিস গ্রাইণ্ডিং ও শেষে ল্যাপিং করিয়া ফিনিস করিতে হয়।

কার্বাইড টুল কিরূপে শানিতে হয় তাহা নিম্নে বর্ণনা করা হইল,—

রাফ গ্রাইণ্ডিং (60 গ্রিট সিলিকন কার্বাইড স্ট্রোট হইল ব্যবহার করিতে হইবে)

১। কাটিং-এজের নিকট $\frac{3}{32}$ ইঞ্চি আন্দাজ ল্যাণ্ড (Land) ছাড়িয়া রাখিয়া প্রথমে বাটালির টপ অর্থাৎ উপরদিক গ্রাইণ্ডিং করিতে হইবে।

২। কাটিং-এজের নিকট $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি আন্দাজ ল্যাণ্ড (Land) ছাড়িয়া রাখিয়া দ্বিপ্ত ফ্রন্টরিলিভ ও ফ্রন্টক্লিয়ারেন্স অ্যান্গল অপেক্ষা 4 ডিগ্রী বেশী ফ্রন্টরিলিভ ও ফ্রন্টক্লিয়ারেন্স অ্যান্গল গ্রাইণ্ড করিতে হইবে।

৩। ঠিক ২-এর হায়া সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যান্সল গ্রাইণ্ড করিতে হইবে।

ফিনিস গ্রাইণ্ডিং (100 গ্রিট সিলিকন কার্বাইড বা 100 গ্রিট ডায়মণ্ড হইল)

৪। টেবিল রেটটি অর্থাৎ যোগানটি ঈঙ্গিত কোণে বাধিয়া টপ ফ্রন্ট ও টপ সাইড রেক গ্রাইণ্ডিং করিতে হইবে।

৫। টুলটি ঈল কাটিবার উদ্দেশ্যে তৈয়ারী হইলে এই সময় চিপ ব্রেকার (Chip Breaker) গ্রাইণ্ড করিতে হইবে।

৬। টেবিল রেটটি ঈঙ্গিত কোণে বাধিয়া যথাক্রমে ফ্রন্ট ক্লিয়ারেন্স ও সাইড ক্লিয়ারেন্স অ্যান্সল গ্রাইণ্ড করিতে হইবে।

ল্যাপিং (Lapping) (220 গ্রিটের সিলিকন কার্বাইড বা 220 গ্রিটের ডায়মণ্ড হইল ব্যবহার করিতে হইবে)

৭। ঠিক ফিনিস গ্রাইণ্ডিং-এর হায়া এবং ক্রমে করিতে হইবে। কেবল ছইলটি বদল করিতে হইবে।

৮। শেষে নোজ রেডিয়াস দিতে হইবে। কোপের গভীরতার সহিত নোজ রেডিয়াসের একটি সম্বন্ধ আছে এবং তাহা কিরূপ নিম্নে দেওয়া হইল—

কোপের গভীরতা (ইঞ্চিতে)

নোজ রেডিয়াস (ইঞ্চিতে)

$\frac{1}{8}$ ইঞ্চি বা তদপেক্ষা কম

$\frac{1}{32}$

$\frac{1}{8}$ হইতে $\frac{3}{8}$

$\frac{1}{16}$

$\frac{1}{4}$ হইতে $\frac{3}{4}$

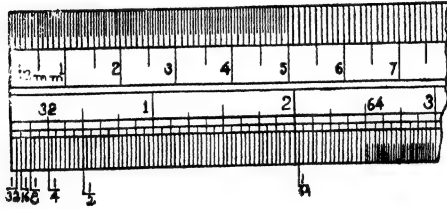
$\frac{1}{8}$

$\frac{3}{4}$ হইতে $1\frac{1}{4}$

$\frac{3}{16}$

মাপিবার যন্ত্র (Measuring Tools)

প্লেন বা টেম্পার দেওয়া ষ্টীল রুল বা স্কেল (Plain or Tempered Steel Rule or Scale)—ইহাকে মেসিনিষ্ট রুলও বলে। ইহা সাধারণতঃ স্প্রিং ষ্টীলের নিমিত্ত হয়; তবে স্টেনলেস ষ্টীলের রুলই সর্বোত্তম।



১৬৯ নং চিত্র

ইহার ষ্টাণ্ডার্ড মাপ ছয় ইঞ্চি বা বার ইঞ্চি। ইহা অপেক্ষা অধিক লম্বা স্কেলও পাওয়া যায়, তবে মেসিনিষ্টপে তাহার ব্যবহার খুব কম। এই স্কেলের উভয় পৃষ্ঠে ইঞ্চির মাপ থাকে। আবার এক পিঠে ইঞ্চি ও অল্প পিঠে সেন্টিমিটারের মাপও থাকে।

স্কেল কিরূপে পড়েঃ—স্কেল ইঞ্চি ও সেন্টিমিটার বা মিলিমিটার উভয় প্রকারেরই হয়।

ইঞ্চি মাপের স্কেলঃ—ইঞ্চি মাপের স্কেলে 1 ফুটকে 12টি সমান অংশে বিভক্ত করা থাকে। এইগুলি ইঞ্চি মাপের দাগ। এই দাগগুলি অছায়া দাগ অপেক্ষা বেশী লম্বা থাকে। মাপ পড়িবার সুবিধার জন্ত এই দাগ পর পর 1, 2, 3...সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। ইঞ্চি মাপের দাগগুলি আবার সমান দুইভাগে বিভক্ত। এই আধ ইঞ্চি $\frac{1}{2}$ " দাগগুলি ইঞ্চি মাপের দাগ অপেক্ষা লম্বায় সামান্য ছোট হয়। আধ ইঞ্চি মাপ আবার সমান দুইভাগে বিভক্ত অর্থাৎ এক ইঞ্চি সমান চারি ভাগে বিভক্ত। এই রেখাগুলি আধ ইঞ্চির দাগ অপেক্ষা সামান্য ছোট। এই মাপকে কোয়ার্টার ইঞ্চি বা এক জ $\frac{1}{4}$ " বলে। কোয়ার্টার ইঞ্চি বা এক জ মাপকে সমান দুই অংশে ভাগ করিয়া এক ইঞ্চিকে আট অংশে বিভক্ত করা হয়। এই রেখা এক জ-য়ের রেখা অপেক্ষা দৈর্ঘ্যে সামান্য ছোট এবং ইহাদ্বয়কে ওয়ান এইট্‌থ ইঞ্চি $\frac{1}{8}$ " বা এক হুতা মাপ বলে।

এইরূপে ক্রমশঃ সমান দুইভাগে ভাগ করিতে করিতে এক ইঞ্চিকে 64 অংশে বিভক্ত করা হয় এবং প্রতিবারই রেখাগুলি পূর্ববর্তী রেখা অপেক্ষা সামান্য ছোট করিয়া টানা হয়। এই দাগগুলিকে যথাক্রমে একের ষোল ইঞ্চি $1\frac{1}{4}$ " বা আধ সূতা, একের বত্রিশ ইঞ্চি $2\frac{1}{2}$ " বা পোয়া সূতা এবং একের চৌষট্টি ইঞ্চি $3\frac{1}{2}$ " বলে। দাগের মাপগুলি কি ভাবে ক্রমশঃ ছোট হইয়াছে তাহা ১৬৪ নং চিত্র লক্ষ্য করিলে স্পষ্ট বুঝা যাইবে। এই দাগগুলির দৈর্ঘ্য খেয়াল রাখিলে স্কেল দ্বারা মাপ লইবার সময় মাপ অতি শীঘ্র পড়া যায়।

মাপ বলিবার সময় ভগ্নাংশটি কাটিয়া সর্বাপেক্ষা ছোট করিয়া বলিতে হয়। যেমন— $3\frac{1}{8}$ ইঞ্চিকে $1\frac{1}{8}$ " ইঞ্চি বা দেড় সূতা। $1\frac{1}{4}$ " ইঞ্চিকে $\frac{3}{4}$ " ইঞ্চি বা এক জ। ১৬৪নং চিত্র লক্ষ্য করিলে উহা ভালভাবে বুঝা যাইবে।

যখন 32 বা 64 ভাগের ভগ্নাংশে একটি মাপ বলিতে হয় তখন অনেক সময় কাছাকাছি একটি অধিক পরিচিত ভগ্নাংশ অপেক্ষা প্রদত্ত ভগ্নাংশটি কত ছোট বা বড় তাহা বলা সুবিধাজনক। যেমন, সাতান্নর চৌষট্টি $5\frac{1}{4}$ ", উনিশের বত্রিশ $3\frac{1}{2}$ ", প্রভৃতি সংখ্যাকে যথাক্রমে সেভন এইট্‌থ বা সাত সূতা অপেক্ষা ওয়ান্‌ সিঙ্গেলটি ফোর্থ বা একের চৌষট্টি বড়, ফাইভ এইট্‌থ বা পাঁচ সূতা অপেক্ষা ওয়ান্‌ থার্ডটি টু বা একের বত্রিশ ছোট এইরূপ বলা হয়।

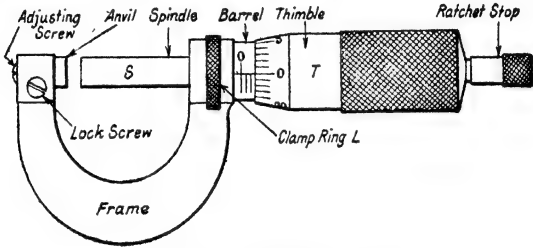
কোন কোন স্কেলের ইঞ্চি 12, 24 বা 10 ভাগে বিভক্ত থাকে। স্কেলটি 12 বা 24 ভাগে বিভক্ত থাকিলে ইঞ্চিকে যত ভাগে ভাগ করা হইয়াছে তাহাকে ভগ্নাংশের নীচে (হরে) এবং মাপ যে কয়টি দাগ পর্যন্ত হইবে তাহাকে ভগ্নাংশের উপরে (লবে) বসাইয়া কাটাকাটি করিয়া ভগ্নাংশটি সর্বাপেক্ষা ছোট করিয়া বলিতে হইবে। যেমন, $1\frac{1}{8}$ " ইঞ্চিকে $\frac{3}{8}$ " (আধ ইঞ্চি), $1\frac{1}{4}$ " ইঞ্চিকে $\frac{5}{8}$ " (দুয়ের তিন ইঞ্চি), $1\frac{1}{2}$ " ইঞ্চিকে $\frac{3}{4}$ " (এক-জ), $1\frac{3}{4}$ " ইঞ্চিকে $1\frac{1}{2}$ " (পাঁচের বার ইঞ্চি) প্রভৃতি বলে।

দশমিকে বলিবার সুবিধার জন্ত অনেক সময় ইঞ্চিকে দশভাগে ভাগ করা হয়। এইরূপ স্কেলে মাপ পড়িবার সময় মাপটি যত পুরা ইঞ্চি পার হইয়া যাইবে তাহা দশমিকের আগে বসাইতে হইবে এবং ইঞ্চিকে যে রেখাগুলি দ্বারা ভাগ করা হইয়াছে সেইরূপ যতগুলি ঘর পার হইবে সেই সংখ্যাটিকে দশমিকের পরে বসাইতে হইবে। যেমন দুইটি পুরা ইঞ্চি এবং তৃতীয় ইঞ্চির চয় দাগ লইলে তাহা 2.6" (দুই দশমিক ছয় ইঞ্চি) হইবে।

উপরিউক্ত স্কেল ছাড়া অধুনা এক প্রকারের উন্নত ধরনের স্কেল দেখিতে পাওয়া যায়, যাহাতে এক ইঞ্চির দশ হাজার ভাগ হইতে এক হাজার অন্তর কে কোন মাপ বাহির করা যায়।

মাইক্রোমিটার ক্যালিপার (Micrometer Calliper)

মাইক্রোমিটারের মূল নীতি—মাইক্রোমিটার কিরূপে কাজ করিতেছে বুঝিতে হইল প্রথমে থ্রেডের পিচ সম্বন্ধে পরিষ্কার ধারণা থাকা প্রয়োজন। একটি নাট এবং বোল্ট লইয়া পরীক্ষা করিলে ইহা সর্বাপেক্ষা সহজে বুঝিতে পারা যাইবে। নাটটি যদি বোল্টের উপর ঠিক এক পাক ঘোরান যায়, তাহা



১৬৫ নং চিত্রে—মাইক্রোমিটার ক্যালিপার

হইলে দেখা যাইবে একটি থ্রেডের মাথা হইতে বোল্টের অক্ষের সমান্তরালভাবে ঠিক পরবর্তী থ্রেডের মাথার যে দূরত্ব তাহার অর্থাৎ পিচের (অবশ্যই যদি থ্রেডটি এক পন্থাবিশিষ্ট হয় তবে) সমান দূরত্বে নাটটি আগাইয়া যাইবে।

পরপর দুইটি থ্রেডের মাথার দূরত্ব অর্থাৎ পিচ যদি $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি হয়, তাহা হইলে নাট বা বোল্টের একটিকে স্থির রাখিয়া অপরটি ঘোরাইলে, শেষেরটি $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি আগাইয়া যাইবে। এই প্রসঙ্গে ইহাও লক্ষ্য করিবার বিষয় যে আধ পাক ঘোরাইলে স্ক্রু বা নাটটি ঠিক পিচের অর্ধেক অর্থাৎ $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি আগাইয়া যাইবে, অর্থাৎ পুরা পাকের যত ভগ্নাংশ ঘোরান হইবে নাট বা স্ক্রুটি পিচের তত ভগ্নাংশ আগাইয়া যাইবে।

মাইক্রোমিটার—১৬৫ নং চিত্রে প্রদর্শিত মাইক্রোমিটারটি থ্রেড, এনভিল, স্পিণ্ডল, ব্যারেল ও থিম্বল লইয়া গঠিত। একটি স্ক্রু সাহায্যে এনভিলটি অ্যাডজাস্ট করা যায় এবং মাইক্রোমিটারে যে মাপ লওয়া হয় তাহা যাহাতে ঘুরিয়া না যায় তজ্জন্য ক্ল্যাম্প রিং বা লক L সাহায্যে থিম্বলকে আটকাইয়া রাখা যায়। র‍্যাচেট মাইক্রোমিটারের বিশেষ প্রয়োজনীয় অঙ্গ। ইহাকে ঘোরাইয়া মাপ লইলে প্রতিবার বস্তুর উপর একই চাপ পড়িবে এবং মাপ নিখুঁত পাওয়া যাইবে। থিম্বলকে হাতে ঘোরাইয়া মাপ লইলে বিভিন্ন বার বিভিন্ন রকম চাপ বস্তুর উপর পড়িবে এবং বিভিন্ন রকম মাপ পাওয়া যাইবে। ইহা ছাড়া বস্তুর উপর চাপ বেশী দিলে মাইক্রোমিটারের থ্রেড নষ্ট হইয়া বাইবার সম্ভাবনা থাকিবে।

মাইক্রোমিটারের স্পিণ্ডলের পিছন দিকে প্রতি ইঞ্চিতে ৪০টি থ্রেড কাটা থাকে এবং ইহা ব্যারেলের ভিত্তর দিকে যে ঐ একই প্রকারের থ্রেড কাটা থাকে তাহার সহিত ফিট করে। স্পিণ্ডলের পিছন দিক থিম্বলের সহিত ক্রম ধাকায় থিম্বলটি ঘোরাইলে স্পিণ্ডলটি ঘোরে এবং ফলে সম্মুখের দিকে আগাইতে থাকে। ব্যারেলের গায়ে এক ইঞ্চি পরিমিত স্থান প্রধান ১০ ভাগে বিভক্ত এবং উহাদের উপর ১, ২, ৩ প্রভৃতি সংখ্যা চিহ্নিত করা থাকে। এই এক একটি ভাগ আবার ৪ ভাগে বিভক্ত থাকে। এই ভাগের রেখাগুলি পূর্ববর্তী ভাগের রেখাগুলি অপেক্ষা ছোট হইয়া থাকে। সুতরাং ব্যারেলের উপর ১ ইঞ্চি পরিমিত স্থান মোট $10 \times 4 = 40$ ভাগে বিভক্ত। সুতরাং ইহার ছোট এক ভাগ সমান $\frac{1}{40}$ ইঞ্চি অর্থাৎ ০.০২৫ ইঞ্চি (পঁচিশ হাজার)।*

পূর্বেই বলা হইয়াছে স্পিণ্ডলের পিছনে এক ইঞ্চিতে ৪০টি থ্রেড কাটা থাকে। সুতরাং স্পিণ্ডলকে অর্থাৎ থিম্বলকে এক পাক ঘোরাইলে $\frac{1}{40}$ ইঞ্চি অর্থাৎ ০.০২৫ ইঞ্চি আগাইবে। অতএব দেখা যাইতেছে থিম্বলকে পুরা এক পাক ঘোরাইলে স্পিণ্ডলের গায়ের ছোট এক দাগ আগাইবে। থিম্বলের পরিধি আবার ২৫ ভাগে বিভক্ত থাকে। থিম্বল এক পাক ঘুরিলে যদি ০.০২৫ ইঞ্চি (পঁচিশ হাজার) আগায় তাহা হইলে থিম্বলের পরিধির এক এক দাগ ঘোরাইলে $(\frac{1}{40} \times \frac{1}{25}) = \frac{1}{1000}$ বা ০.০০১ ইঞ্চি (এক হাজার) ঘুরিবে।

মাইক্রোমিটার পড়িবার নিয়ম—মাইক্রোমিটার পড়িতে হইলে পূর্বের আলোচনা হইতে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি মনে রাখিতে হইবে—

ব্যারেলের সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র ১ ভাগ = ০.০২৫ ইঞ্চি

” ” ” ২ ” = ০.০৫০ ”

” ” ” ৩ ” = ০.০৭৫ ”

” ” ” ৪ ” = ০.১ ”

সুতরাং ব্যারেলের উপর প্রাপ্ত চতুর্থ দাগ এক ইঞ্চির দশ ভাগের কোন ভগ্নাংশ এবং থিম্বলের এক একটি দাগ ০.০০১ ইঞ্চির (এক হাজারের) সমান।

* এক ইঞ্চির হাজার ভাগের এক ভাগ $\frac{1}{1000} = ০.০০১$ ইঞ্চিকে কারখানায় চলতি কথায় এক হাজার বলা হয়। সেইরূপ—

০.০২ ইঞ্চি = দু'হাজার

০.০৩ ” = তিন ”

.....

০.০৯ ” = নয় ”

০.১০ ” = দশ ”

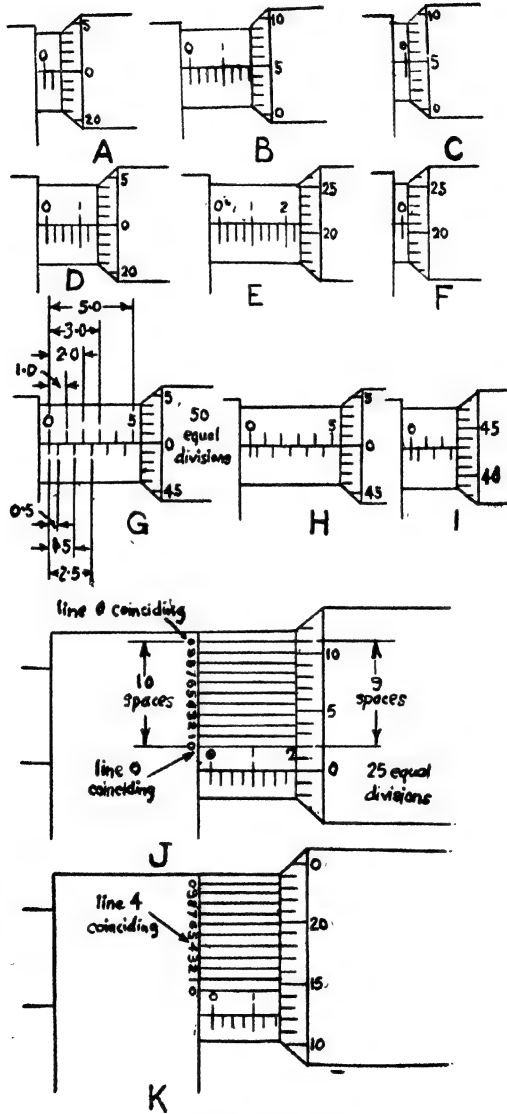
০.১১ ইঞ্চি = এগার হাজার

.....

০.২৫ ” = পঁচিশ হাজার

০.৩৯ ” = নিরানব্বই ”

০.১ ” = একশ হাজার বা একদশ



ইকি মাইক্রোমিটারের মাপ (১৬৬ নং চিত্র)

A. $0.025 \times 2 = 0.050$ (পঞ্চাশ হাজার)

B. $0.100 \times 1 = 0.100$

$0.025 \times 3 = 0.075$

$0.001 \times 5 = 0.005$

 0.180 (এক দশ আশি হাজার)

C. $0.001 \times 5 = 0.005$ (পাঁচ হাজার)

D. $0.100 \times 1 = 0.100$

$0.025 \times 2 = 0.050$

 0.150 (এক দশ পঞ্চাশ হাজার)

E. $0.100 \times 2 = 0.200$

$0.025 \times 1 = 0.025$

$0.001 \times 21 = 0.021$

 0.246 (দু'দশ ছেচলিশ হাজার)

F. $0.001 \times 21 = 0.021$ (একুশ হাজার)

মিলিমিটার মাইক্রোমিটারের মাপ (১৬৬ নং চিত্র)

G. 5 মিলিমিটার

0.5 „

 5.5 „ (সাড়ে পাঁচ মিলিমিটার)

H. G-এর মাপের সমান

I. 2 মিলিমিটার

0.5 „

0.43 „

 2.93 „ (দুই দশমিক নয় তিন মিলিমিটার)

ভার্শিয়ান মাইক্রোমিটারের মাপ (১৬৬ নং চিত্র)

J. $0.100 \times 2 = 0.2$ ইকি (দু' দশ)

K. $0.100 \times 1 = 0.1$ ইকি

$0.025 \times 2 = 0.050$ „

$0.001 \times 12 = 0.012$ „

$0.0001 \times 4 = 0.0004$ „

 0.1624 (এক দশ বাষটি হাজার চার লাখ)

ভার্ণিয়ার মাইক্রোমিটার ক্যালিপার—এক ইঞ্চির হাজার ভাগের এক ভাগ অপেক্ষাও সূক্ষ্ম মাপ লইবার জন্য মাইক্রোমিটারে ভার্ণিয়ার ব্যবস্থা থাকে। ইহার সাহায্যে এক ইঞ্চির দশ হাজার ভাগের এক ভাগ (0·0001") পর্যন্ত মাপ লওয়া যায়। 0001 ইঞ্চিকে চলতি কথায় এক লাখ বলে।

১৬৬ নং চিত্রের J এবং K-এর ত্রায় ব্যারেলের পরিধিতে 10 ভাগ করা থাকে এবং এই দশভাগ দ্বিঘলের 9 ভাগের সমান।

∴ ভার্ণিয়ারের 10 ভাগ = দ্বিঘলের 9 ভাগ অর্থাৎ 009 ইঞ্চি

∴ " 1 " = $\frac{0.09}{10}$ ইঞ্চি = 0009 ইঞ্চি

সুতরাং ভার্ণিয়ারের প্রতিটি দাগ দ্বিঘলের দাগ অপেক্ষা (001" — 0009")

= 0001 ইঞ্চি (এক লাখ) ছোট।

ভার্ণিয়ারের 0 দাগটি যখন দ্বিঘলের একটি দাগের সহিত মিলিয়া যায়, তখন উহা একটি পুরা হাজার বোঝায়। সেই অবস্থায় ভার্ণিয়ারের 1 চিহ্নিত দাগের সহিত দ্বিঘলের ত্রিক পরবর্তী দাগের তফাৎ থাকে 0001 ইঞ্চি (একলাখ) *। ভার্ণিয়ারের 2 চিহ্নিত দাগের সহিত দ্বিঘলের পরবর্তী দাগের তফাৎ থাকে 0002 ইঞ্চি (দু'লাখ)। এইরূপে বাড়িতে বাড়িতে 0009 ইঞ্চি (ন' লাখ) পর্যন্ত হয়। তাহার পর ভার্ণিয়ারের 10 চিহ্নিত দাগটি আবার দ্বিঘলের একটি দাগের সহিত মিলিয়া যায়।

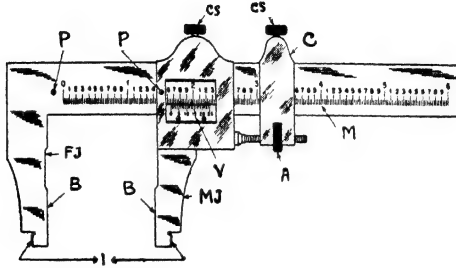
সুতরাং ভার্ণিয়ারের 0 দাগ যদি দ্বিঘলের কোন দাগের সহিত না মিলিয়া ভার্ণিয়ারের 1 চিহ্নিত দাগ দ্বিঘলের একটি দাগের সহিত মিলে, তাহা হইলে বুঝিতে হইবে দ্বিঘল আরো 0001 ইঞ্চি বেশী ঘুরিয়াছে। যদি ভার্ণিয়ারের 2 চিহ্নিত দাগটি দ্বিঘলের কোন দাগের সহিত মেলে, তাহা হইলে বুঝিতে হইবে দ্বিঘল 0002 ইঞ্চি আরও বেশী ঘুরিয়াছে। এইরূপে ভার্ণিয়ারের যত সংখ্যক দাগ দ্বিঘলের দাগের সহিত মিলিবে বুঝিতে হইবে দ্বিঘলটি তত লাখ অর্থাৎ এক ইঞ্চির দশ হাজার ভাগের তত ভাগ আরও বেশী ঘুরিয়াছে।

ভার্ণিয়ার মাইক্রোমিটার পড়িবার নিয়ম—

ভার্ণিয়ার মাইক্রোমিটার পড়িবার সময় প্রথমতঃ ত্রিক সাধারণ মাইক্রোমিটারের ত্রায় মাপ বাহির করিতে হয়, তাহার পর সেই মাপের সঙ্গে ভার্ণিয়ারের যত সংখ্যক দাগটি দ্বিঘলের দাগের সহিত মিলিবে সেই সংখ্যাটি দশমিকের পর চতুর্থ ঘরে বসাইতে হয়।

* 0001 ইঞ্চি যদিও এক ইঞ্চির দশ হাজার ভাগের এক ভাগ চলতি কথায় ইহাকে এক লাখ বলে।

ভার্ণিয়ার সাইডিং ক্যালিপার—ভার্ণিয়ার সাইডিং ক্যালিপারে মেন স্কেলটি (Main Scale) ইঞ্চিতে বিভক্ত থাকে এবং 1, 2, 3, সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত থাকে। এই এক ইঞ্চি আবার প্রধান দশ ভাগে বিভক্ত



১৬৭ নং চিত্র—ভার্ণিয়ার সাইডিং ক্যালিপার

CS = দুইটি স্কেল জু।

MJ = মন্তবেল 'জ' (এই জ-টি আগান পিছান যায়)

C = স্কেল

FJ = ফ্রিজ 'জ' (এই জ-টি স্থির থাকে)

M = মেন স্কেল

I = কোন বস্তুর ভিতরের মাপ লইবার সারফেসদ্বয়

A = আডজাস্ট করিবার নাট

B = কোন বস্তুর বাহিরের মাপ লইবার সারফেসদ্বয়

V = ভার্ণিয়ার স্কেল।

P = ডিভাইডর বসাইয়া মাপ লইবার দুইটি বিন্দু।

এবং এগুলিও 1, 2, 3, প্রভৃতি সংখ্যা দ্বারা চিহ্নিত থাকে। তবে ইহার দাগগুলি পূর্বাপেক্ষা অপেক্ষাকৃত ছোট হয়। সুতরাং এই ভাগগুলি প্রত্যেকটি $\frac{1}{10}$ বা '1 ইঞ্চির সমান। এই ভাগগুলিকে আবার সমান 4 ভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে। সুতরাং সর্বাপেক্ষা ছোট ভাগগুলি $\frac{1}{40}$ ইঞ্চি বা '0.025 ইঞ্চির সমান।

ভার্ণিয়ার স্কেলে 25টি ভাগ করা থাকে এবং উহা প্রধান স্কেলের 24টি দাগের সমান। কিন্তু আমরা জানি মেন স্কেলের 24 দাগ = $\frac{1}{40} \times 24 = 6$ ইঞ্চি।

সুতরাং ভার্ণিয়ার স্কেলের 25 দাগ সমান 6 ইঞ্চি

∴ ভার্ণিয়ার 1 " " " $\frac{6}{25} = 0.24$ ইঞ্চি

সুতরাং ভার্ণিয়ার স্কেলের ও মেন স্কেলের প্রতিটি দাগের মধ্যে তফাৎ হইতেছে—
(0.25 - 0.24) = 0.01 ইঞ্চি।

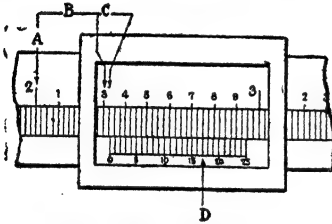
ভার্ণিয়ার ক্যালিপার পড়িবার নিয়ম—

১। ভার্ণিয়ারের ০-চিহ্নিত দাগ মেন স্কেলের যত পুরা ইঞ্চি পার হইবে সেই সংখ্যা দশমিকের আগে বসাইতে হইবে।

২। এক ইঞ্চিকে দশ ভাগ করিয়া যে 1, 2, 3, প্রভৃতি চিহ্নিত করা হইয়াছে, এরূপ যে কয়টি ঘর ভার্ণিয়ার স্কেলের ০ চিহ্নিত দাগ পার হইবে সেই সংখ্যাটি দশমিকের পর প্রথম ঘরে বসাইতে হইবে।

৩। ইহার পর ভার্ণিয়ারের ০ চিহ্নিত দাগটি মেন স্কেলের সর্বাপেক্ষা ছোট যে কয়টি ভাগ পার হইবে তত পঁচিশ হাজার ধরিতে হইবে ; অর্থাৎ সেই সংখ্যা দ্বারা '025 কে গুণ করিয়া, ১ এবং ২-এ যে মাপ পাওয়া গিয়াছে তাহার সহিত যোগ করিতে হইবে।

৪। সর্বশেষে ভার্ণিয়ারের যে দাগটি মেন স্কেলের দাগের সহিত মিলিবে তত হাজার অর্থাৎ হাজার ভাগের তত অংশ যোগ করিতে হইবে।



$$1.000 \times 2 = 2.000 \text{ ইঞ্চি}$$

$$0.100 \times 3 = 0.300 \text{ ,,}$$

$$0.025 \times 1 = 0.025 \text{ ,,}$$

$$0.001 \times 17 = 0.017 \text{ ,,}$$

$$2.342 \text{ ,,}$$

দু ইঞ্চি তিন দশ বিয়াল্লিশ হাজার

১৬৮ নং চিত্র

মেট্রিক মাইক্রোমিটার

মেট্রিক মাইক্রোমিটার স্পিণ্ডলে যে থ্রেড কাটা থাকে তাহার পিচ হইতেছে $\frac{1}{2}$ বা .5 মিলিমিটার এবং ব্যারেলের উপর সর্বাপেক্ষা ছোট যে ভাগের দাগ থাকে তাহাও $\frac{1}{2}$ মিলিমিটারের সমান। ফলে, যিঞ্চল এক পাক ঘুরিলে উহা ব্যারেলের এক দাগ অর্থাৎ .5 মিলিমিটার আগাইবে। আবার যিঞ্চলের পরিধি 50 ভাগে বিভক্ত। স্তম্ভের যিঞ্চলের এক এক ভাগ সমান $\frac{1}{50} = .01$ মিলিমিটার।

মাইক্রোমিটার পড়িবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যিঞ্চলটি কয়টি পুরা মিলিমিটার পার হইয়াছে (পুরা মিলিমিটারের দাগগুলি অর্ধ মিলিমিটারের দাগ অপেক্ষা একটু বড় হয় এবং অর্ধ মিলিমিটারের দাগগুলি একটু নীচে অবস্থিত থাকে)। তারপর দেখিতে হইবে কত অর্ধ মিলিমিটার পার

হইয়াছে এবং সর্বশেষে দেখিতে হইবে থিম্বলের কয়টি ঘর পার হইয়াছে।
থিম্বলের যে কয়টি ঘর পার হইবে মিলিমিটারের একশত ভাগের তত অংশ
যোগ করিতে হইবে।

মেট্রিক ভার্ণিয়ার স্লাইডিং ক্যালিপার

মেট্রিক ভার্ণিয়ার ক্যালিপারে মেন স্কেলটি প্রধানতঃ সেন্টিমিটারে বিভক্ত
থাকে। এক সেন্টিমিটার আবার দশভাগে বিভক্ত থাকে। ফলে প্রত্যেক
ভাগ সমান এক এক মিলিমিটার হয়। প্রত্যেক মিলিমিটার আবার সমান
দুই ভাগে বিভক্ত থাকে। সুতরাং মেট্রিক ভার্ণিয়ার ক্যালিপারের মেন
স্কেলের সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র মাপ হইতেছে '5 মিলিমিটার (অর্ধ মিলিমিটার)।

ইহার ভার্ণিয়ার স্কেল যে 25 ভাগে বিভক্ত থাকে উহা মেন স্কেল সর্বাপেক্ষা
ছোট যে ভাগ করা থাকে তাহার 24 ভাগের সমান।

∴ ভার্ণিয়ার স্কেলের 25 ভাগ সমান মেন স্কেলের 24 ভাগ অর্থাৎ 12 মিলি:

∴ " " 1 " " " " $\frac{1}{25} = .48$ মিলিমিটার

সুতরাং মেন স্কেলের প্রতিটি দাগ ভার্ণিয়ার স্কেলের প্রতিটি দাগ অপেক্ষা
(5 - .48) = .02 মিলিমিটার বড়।

মেট্রিক ভার্ণিয়ার স্লাইডিং ক্যালিপার কিরূপে পড়িতে হয় ?

১। ভার্ণিয়ার স্কেলের 0 চিহ্নিত দাগ কত পুরা মিলিমিটার পার হইয়াছে
দেখিতে হইবে।

২। ভার্ণিয়ার স্কেলের 0 চিহ্নিত দাগ পুরা মিলিমিটার দাগের পর '5
মিলিমিটার পার হইয়াছে কিনা দেখিতে হইবে।

৩। ভার্ণিয়ার স্কেলের যত চিহ্নিত দাগ মেন স্কেলের একটি দাগের
সহিত মিলিবে সেই সংখ্যাকে '02 দ্বারা গুণ করিয়া যাহা হইবে তাহা
১ এবং ২-এ প্রাপ্ত মাপের সহিত যোগ করিতে হইবে।

বিভেল প্রোট্রাক্টর (Bevel Protractor)

বিভেল (Bevel)—ইহা দেখিতে ১৬৯ নং চিত্রের তায়। ইহাতে কোনরূপ ডিগ্রীর মাপ না থাকায় ইহা দ্বারা কোন বস্তুর কত ডিগ্রী মাপ তাহা প্রত্যক্ষভাবে বলা যায় না; কিন্তু ইহার ব্লেডটি নিয়ন্ত্রিত করিয়া কোন গেজ বা বস্তু হইতে অ্যান্গলের মাপ ইহাতে তুলিয়া লওয়া যায় ও সেই মাপে বস্তু কাটা যায়। ১৭০ নং চিত্রের বিভেলটি সমতল পৃষ্ঠের কোণ মাপিতে ব্যবহৃত হয়।

প্রোট্রাক্টর (Protractor) :—প্রোট্রাক্টর হইতেছে এক প্রকারের যন্ত্র যাহা দ্বারা প্রত্যক্ষভাবে কোন্ বস্তু কত ডিগ্রী মাপের তাহা বলা যায় ও ইহাকে ইচ্ছামত যে কোন নির্দিষ্ট কোণে বাঁধা যায়। মেসিন শপ ও টুলমেকার শপে বিভিন্ন প্রকারের প্রোট্রাক্টর ব্যবহার হয়। কোন প্রকার প্রোট্রাক্টর ব্যবহার করিতে হইবে তাহা নির্ভর করে বস্তুর আকৃতি ও নিখুঁতত্বের উপর।

১. প্লেইন স্টীল প্রোট্রাক্টর (Plain Steel Protractor) :—প্লেইন স্টীল প্রোট্রাক্টর, প্রোট্রাক্টর হেড ও ব্লেড এই দুই অংশে বিভক্ত। প্রোট্রাক্টর হেডে ১৮০ ডিগ্রী অর্থাৎ অর্ধবৃত্ত পরিমিত স্থান পুরা ডিগ্রীতে বিভক্ত থাকে। ব্লেডটিকে ঘোরাইয়া একটি নাট দ্বারা যে কোন ঈচ্ছিত জায়গায় আটকান যায়। যে সমস্ত কাজে বিশেষ নিখুঁতত্বের প্রয়োজন নাই সেই সকল কাজে ইহা ব্যবহার করা যায়। টুইষ্ট ড্রিল গ্রাইণ্ডিং-এর সময় কাটিং অ্যান্গল মাপিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

২. বিভেল প্রোট্রাক্টর (Bevel Protractor) :—বিভেল প্রোট্রাক্টর—প্রোট্রাক্টর হেড ও ব্লেড বা স্কেল এই দুই অংশে বিভক্ত। প্রোট্রাক্টর হেডটি আবার ষ্টক (Stock) বা বেস (Base) এবং সুইয়িভেল (Swivel) বা টারেট (Turret) এই দুই অংশে বিভক্ত। টারেটের উপর একটি অর্ধবৃত্তের দুই বিপরীত প্রান্ত হইতে ০ ডিগ্রী হইতে আরম্ভ করিয়া এক এক ডিগ্রী ক্রমে ৯০° ডিগ্রী পর্যন্ত বিভক্ত করিয়া অর্ধবৃত্তটিকে ১৮০ ডিগ্রীতে নিখুঁতভাবে বিভক্ত করা থাকে। টারেট বা এই ডিগ্রীর মাপ কাটা ডায়ালটি বেসের কেন্দ্রে অবস্থিত একটি ষ্টাডে ঘোরান যায় এবং একটি নাটের সাহায্যে

যে কোন ইম্পিত জায়গায় আটকান যায়। ব্রেডটি দৈর্ঘ্যের দিকে সরান যায় এবং যে কোন জায়গায় একটি নাট সাহায্যে আটকাইয়া রাখা যায়। কোন কোন বিভেল প্রোট্র্যাক্টরে স্পিরিট লেভেল (Spirit level) আটকান থাকে। বেসের তলাটি চ্যাপটা (Flat) থাকে, যাহাতে সমতল জায়গায় বসাইয়া মাপ লওয়া যায় বা আঁকা (Lay-out) যায়। বেসের উপর ০ চিহ্নিত একটি দাগ থাকে। সেই দাগের সহিত টারেট বা ডায়ালের কত ডিগ্রীর দাগ মিলিয়াছে তাহা দেখিয়া অ্যাক্সলের মাপ বাহির করিতে হয়। এই প্রকার প্রোট্র্যাক্টরে পূর্ণ ডিগ্রী পর্যন্ত নিখুঁতভাবে মাপা যায়। কিন্তু ডিগ্রীর ভগ্নাংশ অর্থাৎ মিনিট পর্যন্ত মাপ ইহাতে বাহির করা যায় না।

3. ভার্ণিয়ার বিভেল প্রোট্র্যাক্টর (Vernier Bevel protractor) ভার্ণিয়ার প্রোট্র্যাক্টর সাহায্যে 5 মিনিট ($1\frac{1}{2}$ ডিগ্রী) পর্যন্ত মাপ নিখুঁতভাবে লওয়া যায়। এই প্রকার প্রোট্র্যাক্টরের বেসের গোলাকৃতি অংশ পুরা রত্ন বরাবর এক এক ডিগ্রী ক্রমে দাগ কাটা থাকে। দুই বিপরীত প্রান্তে 0 থাকে এবং সেখান হইতে উভয় দিকে 90 ডিগ্রী পর্যন্ত বিভক্ত থাকে। এইভাবে পুরা রত্নটি 360 ডিগ্রীতে বিভক্ত থাকে। টারেট বা স্কেলের উপর একটি ভার্ণিয়ার স্কেল লাগান থাকে। ভার্ণিয়ার স্কেলের মাঝখানে 0 (শূন্য) ও দুই দিকে বারটি করিয়া দাগ কাটা থাকে। এই এক একটি দাগ 5 মিনিটের (1 ডিগ্রী = 60 মিনিট $1\frac{1}{2}$ ডিগ্রী = 5 মিনিট) সমান। সেইজন্য মাপ দেখিবার সুবিধার জন্য ভার্ণিয়ার স্কেলে শূন্য হইতে উভয়দিকে প্রতি তৃতীয় দাগে 15, 30, 45 ও 60 লেখা থাকে।

ভার্ণিয়ার প্রোট্র্যাক্টরের মূলনীতি:—ভার্ণিয়ার স্কেলের 12 দাগ বেস ডায়ালের উপর চিহ্নিত 23 ডিগ্রীর সমান।

ভার্ণিয়ারের 12 দাগ সমান 23 ডিগ্রী

$$1 \text{ " " } \frac{23}{12} \text{ ডিগ্রী} \quad \text{বা } 1 \text{ ডিগ্রী } 55 \text{ মিনিট}$$

সুতরাং ভার্ণিয়ার স্কেলের প্রতিটি দাগ বেস ডায়ালের দুই দাগের দূরত্ব (2 ডিগ্রী) অপেক্ষা 5 মি: কম। সুতরাং ভার্ণিয়ারের 0 দাগ যদি স্কেলের কোন দাগের সহিত মিলান পর টারেটটি ঘোরাইয়া ভার্ণিয়ারের প্রথম দাগটিকে ডায়ালের উপর তার (অর্থাৎ ভার্ণিয়ারের প্রথম দাগের) ঠিক পরের দাগটির সহিত মিলান যায় তাহা হইলে টারেটটি ঠিক পাঁচ মিনিট ঘুরিবে।

ঠিক সেইরূপ ভার্ণিয়ারের দ্বিতীয় দাগটিকে ঠিক তার পরের দাগের সহিত মিলাইলে টারেটটি 10 ডিগ্রী ঘুরিবে। এইরূপে ভার্ণিয়ারের ষাটশ দাগটি ঠিক তার পরের দাগের সহিত মিলাইলে টারেটটি 60 মিনিট অর্থাৎ 1 ডিগ্রী ঘুরিবে।

ভার্ণিয়ার প্রোট্রাক্টর কিরূপে পড়িতে হয় :—

(1) ভার্ণিয়ার স্কেলের 0 চিহ্নিত দাগটি যদি বেস ডায়ালের কোন দাগের সহিত সম্পূর্ণরূপে মিলিয়া যায়, তাহা হইলে মাপটি পুরা অর্থাৎ পূর্ণ ডিগ্রী হইবে। ভার্ণিয়ারের 0 চিহ্নিত দাগটি সম্পূর্ণরূপে ডায়ালের দাগের সহিত মিলিয়াছে কিনা নিঃসন্দেহ হইবার জন্ত ভার্ণিয়ার স্কেলের উভয় প্রান্তের 60 চিহ্নিত দাগ দুইটি লক্ষ্য করিতে হইবে। 60 চিহ্নিত দাগ দুইটিও বেস ডায়ালের দাগের সহিত সম্পূর্ণরূপে মিলিয়া যাইলে বুঝিতে হইবে, অ্যান্ডলটি একটু পূর্ণ ডিগ্রী এবং উহা কত ডিগ্রী তাহা বেস ডায়ালের স্কেল দেখিয়া বুঝিতে হইবে।

(2) যখন ভার্ণিয়ার স্কেলের 0 চিহ্নিত দাগ বেস ডায়ালের কোন দাগের সহিত মিলিবে না, তখন বুঝিতে হইবে মাপটি ডিগ্রী ও মিনিটে আছে। অ্যান্ডলটি কত পড়িবার জন্ত বেস ডায়ালের 0 ও ভার্ণিয়ার স্কেলের 0-র মধ্যে বেস ডায়ালের উপর কত পূর্ণ ডিগ্রী হইয়াছে পড়িতে হইবে।

(3) তাহার পর ঐ একই দিকে (বিশেষভাবে মনে রাখিতে হইবে) ভার্ণিয়ার স্কেলের দাগগুলি গুনিয়া যাইতে হইবে যতক্ষণ না পর্যন্ত ভার্ণিয়ার স্কেলের একটি দাগ বেস ডায়ালের একটি দাগের সহিত মিলিয়া যায়।

(4) ভার্ণিয়ার স্কেলের যত সংখ্যক দাগটি প্রথম বেস ডায়ালের একটি দাগের সহিত মিলিয়া যাইবে সেই সংখ্যাকে 5 দ্বারা গুণ করিলে, কত মিনিট হইয়াছে জানিতে পারা যাইবে।

(5) 1—এ প্রাপ্ত পূর্ণ ডিগ্রীর সহিত 4-এ প্রাপ্ত মিনিট যোগ করিলে অ্যান্ডলটির সঠিক মাপ পাওয়া যাইবে।

উদাহরণ 1 :—১৭৩ (4) নং চিত্রে প্রদর্শিত উদাহরণে বেস ডায়ালের 0 ও ভার্ণিয়ার স্কেলের 0-র মধ্যে 30 ডিগ্রী পুরা রহিয়াছে।

(2) ঐ একই দিকে ভার্ণিয়ারের নবম দাগটি বেস ডায়ালের একটি দাগের সহিত মিলিয়া গিয়াছে। সুতরাং $9 \times 5 = 45$ মিনিট হইয়াছে।

(3) সুতরাং সঠিক মাপ হইতেছে 30 ডিগ্রী 45 মিনিট।

উদাহরণ 2 :—১৭৩ (5) নং চিত্রে প্রদর্শিত উদাহরণে বেস ডায়ালের 0 ও ভার্ণিয়ার স্কেলের 0-র মধ্যে 51 ডিগ্রী পুরা হইয়াছে।

(২) ঐ একই দিকে ভার্ণিয়ার স্কেলের তৃতীয় দাগটি বেস ডায়ালের একটি দাগের সহিত মিলিয়াছে। সুতরাং $3 \times 5 = 15$ মিনিট।

(৩) সুতরাং সঠিক মাপ হইতেছে 51° ডিগ্রী 15 মিনিট।

উদাহরণ ৪ :—১৭৩ (৩) নং চিত্রে ভার্ণিয়ারের 0 চিহ্নিত দাগ বেস ডায়ালের 17 চিহ্নিত দাগের সহিত সম্পূর্ণরূপে মিলিয়া গিয়াছে। সুতরাং ইহা পুরা 17 ডিগ্রী কোণ নির্ণয় করিতেছে। এখানে লক্ষণীয় যে 60 চিহ্নিত দাগ দুইটিও বেস ডায়ালের এক একটি দাগের সহিত মিলিয়া গিয়াছে।

উদাহরণ ৪ :—১৭৩ (২) নং চিত্রে প্রদর্শিত উদাহরণে বেস ডায়ালের 0 ও ভার্ণিয়ার স্কেলের 0 এর মধ্যে 12° পুরা রহিয়াছে।

(২) ঐ একই দিকে ভার্ণিয়ারের দশম দাগটি বেস ডায়ালের একটি দাগের সহিত মিলিয়া গিয়াছে। সুতরাং $10 \times 5 = 50$ মিনিট হইয়াছে।

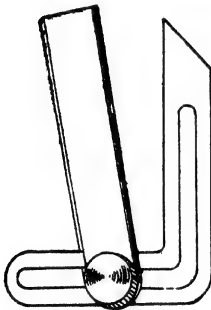
(৩) সুতরাং সঠিক মাপ $12^\circ 50'$ ।

উদাহরণ ৫ :—১৭৩ (১) নং চিত্রে প্রদর্শিত উদাহরণে বেস ডায়ালের 0 ও ভার্ণিয়ার স্কেলের 0-এর মধ্যে 52° পুরা রহিয়াছে।

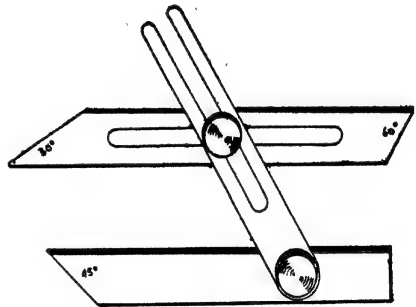
(২) ঐ একই দিকে ভার্ণিয়ার স্কেলের নবম দাগটি বেস ডায়ালের একটি দাগের সহিত মিলিয়া গিয়াছে। সুতরাং $9 \times 5 = 45$ মিনিট হইয়াছে।

(৩) সুতরাং সঠিক মাপ $52^\circ 45'$ ।

অপ্টিক্যাল বিভেল প্রোট্রাক্টর (Optical Bivel Protractor)

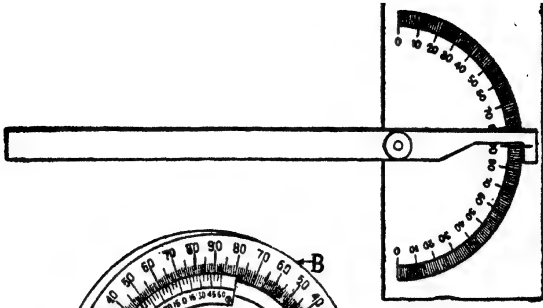


১৬৯ নং চিত্র—বিভেল

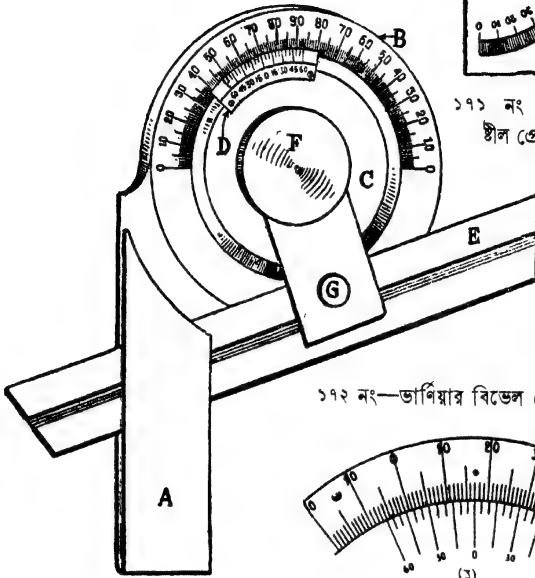


১৭০ নং চিত্র—বিভেল

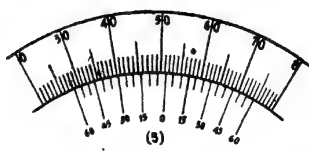
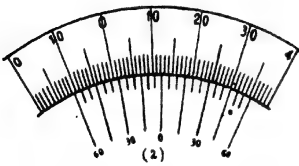
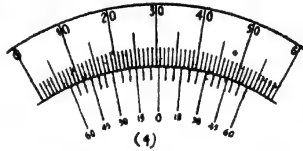
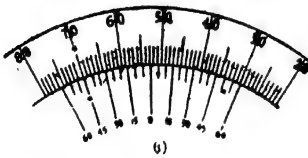
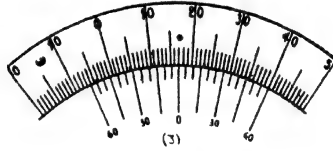
tor) :—ভার্ণিয়ার বিভেল প্রোট্রাক্টর অপেক্ষা নিখুঁতভাবে মাপ লইবার ক্ষমতা ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহার সাহায্যে এক মিনিট পর্যন্ত মাপ সঠিকভাবে লওয়া যায়। মাপ পড়িবার ক্ষমতা একটি লেন্স ইহাতে লাগান থাকে।



১৭১ নং চিত্র—প্লেন
ষ্টল প্রোট্রাক্টর



১৭২ নং—ভার্ণিয়র বিভেল প্রোট্রাক্টর



১৭৩ নং চিত্র

১৭২ নং চিত্রের ফিগারগুলির সংকেত :—A—ষ্টক, B—ডায়াল, C—ভিক্স বা টারগেট,
D—ভার্ণিয়র, E—ব্লেড, F—ক্যাম্পনাট, G—ক্যাম্প স্ক্রু

ধাতু এবং উহার অ্যালয় (Metals and Alloys)

কারখানায় যে সকল উপাদান ব্যবহৃত হয় উহা ধাতু (Metals) ও অ-ধাতু (Non-metals) এই দুই শ্রেণীতে বিভক্ত। ধাতুগুলি সাধারণতঃ তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহি, দৃতিসম্পন্ন (চক্চকে) ও আলোক প্রতিফলনক্ষম; পারদ ব্যতীত অত্যন্ত সব ধাতুই সাধারণ উষ্ণতায় কঠিন অবস্থায় থাকে। ধাতুর ঘাত-সহতা (Malleability) ও প্রসার্যতা (Ductility) অধিক হইয়া থাকে। অ-ধাতু সমূহের মধ্যে এ সকল লক্ষণ সচরাচর দেখা যায় না। অবশ্যই ইহার ব্যতিক্রম আছে।

ইহা ভিন্ন ধাতু ও অ-ধাতুর ধর্মের একটি প্রধান বিভিন্নতা হইতেছে যে হাইড্রোজেন ব্যতীত লবণ অ-ধাতু অপরা বা নেগেটিভ (Negative) বিদ্যুৎবাহী এবং হাইড্রোজেন ও ধাতুর মৌলিক পদার্থ* সমূহ পরা বা পজিটিভ (Positive) বিদ্যুৎবাহী।

ধাতুকে আবার দুই শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায় :—

(1) লৌহজাত বা ফেরাস (Ferrous) :—অর্থাৎ যাহার মধ্যে লৌহ আছে। যেমন—আয়রন (Iron), ষ্টীল এবং তাহাদের অ্যালয়।

(2) অ-লৌহজাত বা নন ফেরাস (Non-Ferrous) :—অর্থাৎ যাহার মধ্যে লৌহ নাই। যেমন—সীসা (Lead), দস্তা (Zinc), তামা (Copper) প্রভৃতি এবং তাহাদের অ্যালয়।

অ্যালয় (Alloy)—দুই বা ততোধিক ধাতুর মিশ্রণে যে উপাদান তৈয়ারী হয় তাহাকে অ্যালয় বলে। সাধারণতঃ একটি বেস মেটালের (Base Metal) (যে ধাতুর ভাগ অ্যালয়ে সর্বাধিক বৈশিষ্ট্য সহিত অল্প পরিমাণ অত্যন্ত ধাতু মিশাইয়া ইহা তৈয়ারি করা হয়। যেমন, পিতল (Brass), তামা (Base metal) ও দস্তার (Zinc) অ্যালয়। ষ্টীল, লৌহ ও কার্বনের অ্যালয়।

মেসিনশপে ধাতু ও অ্যালয় উভয়কেই সাধারণতঃ ধাতু বলা হয়।

* মৌলিক পদার্থ—যে সকল পদার্থ হইতে বিশ্লেষণের ফলে উহা স্বাভাবিক নূতন ধর্মবিশিষ্ট অল্প কয়েক পদার্থ পাওয়া যায় না তাহাদিগকে মৌলিক পদার্থ বা মৌল বলে। যথা—স্বর্ণ, লৌহ, গন্ধক, পারদ, অক্সিজেন ইত্যাদি।

উপাদানের যান্ত্রিক ধর্ম (Mechanical Property of Materials)

টেন্ডেংথ বা ক্ষমতা (Strength)—ইহার দ্বারা একটি বস্তুর বাহির হইতে প্রযুক্ত বল বা ফোর্সকে (Force) বাধা দিবার ক্ষমতা বোঝায়।

ট্রেস বা পীড়ন (Stress)—বস্তুর একটি ধর্ম হইতেছে বাহির হইতে প্রযুক্ত বলকে (Force) ভিতর হইতে সমপরিমাণ বাধা প্রদান করা। বস্তুর এই বাধা প্রদান করিবার ধর্মকে ট্রেস বলে। বাহিরে প্রযুক্ত বলের দ্বারা ইহার পরিমাপ করা হয়। ট্রেস সাধারণতঃ তিন প্রকার—টেন্সন (Tension), কম্প্রেশন (Compression) ও শিয়ার (Shear)।

একক ক্ষেত্রের (unit area) উপর প্রযুক্ত বলের দ্বারা ট্রেসের পরিমাপ করা হয়। ইহা অমুপ্রস্থ ছেদক্ষেত্রের (cross-section) উপর প্রযুক্ত ভারকে (Load) ছেদক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল (cross-sectional area) দ্বারা ভাগ করিলে পাওয়া যায়।

টেনসাইল ট্রেস (Tensile Stress)—যখন কোন বস্তুর প্রান্তদ্বয়ে সমপরিমাণ অথচ বিপরীতমুখী বল (Force) প্রয়োগ করা হয়, তখন এই বল তাহাদের প্রয়োগ রেখার (line of actions) লম্বতলে যে ট্রেস বা পীড়ন উৎপন্ন করে তাহাকে টেনসাইল ট্রেস ও এই বল বা ফোর্সকে (Force) টেনসাইল ফোর্স বলে।

কম্প্রেশিভ ট্রেস (Compressive Stress)—যখন বিপরীত প্রান্তে প্রযুক্ত দুই প্রস্থ (Sets) বল (Force) পরস্পর পরস্পরের দিকে প্রযুক্ত হইয়া একটি বস্তুকে চাপিয়া চূর্ণ করিয়া দিতে সচেষ্ট হয়, তখন প্রযুক্ত বল সকলকে কম্প্রেশিভ ফোর্সেস এবং এই বল সকলকে বস্তু অভ্যন্তর হইতে যে বাধা প্রদান করে তাহাকে কম্প্রেশিভ ট্রেস বলে।

শিয়ারিং ট্রেস (Shearing Stress)—কোন বস্তুর উপর যখন একজোড়া সমান, সমান্তরাল অথচ বিপরীতমুখী বল (Forces) কাজ করে, তখন বস্তুটিকে কাঁচির ছায়া কাটিবার প্রবণতা দেখা যায়। এইভাবে প্রযুক্ত বলকে শিয়ারিং ফোর্স (Shearing Force) এবং ইহার ফলে বস্তুর অভ্যন্তরে প্রয়োগরেখার সমান্তরাল ছেদক্ষেত্রে প্রযুক্ত বলকে বাধা

দিবার যে ক্ষমতা জন্মায় তাহাকে শিয়ারিং স্ট্রেস (Shearing Stress) বলে।

টরসনাল স্ট্রেস (Torsional Stress)—একটি সাফটকে যদি মোচড়ান (Twist) যায় তাহা হইলে পাশাপাশি দুইটি ছেদক্ষেত্রের মধ্যে যে শিয়ারিং স্ট্রেস উৎপন্ন হয়, তাহাকে টরসনাল স্ট্রেস বলে।

বিকৃতি বা স্ট্রেন (Strain)—বস্তু মধ্যে পীড়ন বা স্ট্রেস উৎপন্নের ফলে বস্তুর যে বিকৃতি দেখা দেয়, তাহার পরিমাপকে স্ট্রেন বলে।

স্থিতিস্থাপকতা বা ইলাস্টিসিটি (Elasticity)—কোন বস্তুতে বল (Force) প্রযুক্ত হইলে বস্তুটি বিকৃত হয়। এই বিকারী বল সরাইয়া লইলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া আসে। বস্তুর উপর বিকারী বল সরাইয়া লইলে যে ধর্মের সাহায্যে বস্তুটি পূর্বাবস্থা লাভ করে, তাহাকে স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity) বলে।

পরীক্ষা দ্বারা স্বীকৃত হইয়াছে যে একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে বস্তুর বিকৃতির পরিমাণ প্রযুক্ত বিকারী বলের আনুপাতিক হয়। উহাকে হুকের নিয়ম (Hooke's Law) বলে।

অর্থাৎ $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \text{ঋবক (constant)}$ । এই ঋবককে **মডিউলাস বা কোয়িফিশন্ট অফ ইলাস্টিসিটি (Modulus or Coefficient of Elasticity)** বলে।

প্রোপোরশনাল লিমিট (Proportional Limit)—প্রযুক্ত বিকারী বলের পরিমাণ যে সীমা অতিক্রম করিলে প্রযুক্ত বিকারী বলের অনুপাতে বস্তুর বিকৃতি অধিক হয়, অর্থাৎ যে সীমার বাহিরে হুকের নিয়ম কার্যকরী হয় না, তাহাকে প্রোপোরশনাল লিমিট বলে।

স্থিতিস্থাপকতার সীমা বা ইলাস্টিক লিমিট (Elastic limit)—প্রযুক্ত বিকারী বলের পরিমাণ যে সীমা অতিক্রম করিলে বস্তুর উপর হইতে প্রযুক্ত বিকারী বল অপসৃত করিলেও বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া আসে না, তাহাকে স্থিতিস্থাপকতার সীমা বা ইলাস্টিক লিমিট বলে।

ইন্ড পয়েন্ট (Yield Point)—প্রযুক্ত বিকারী বলের পরিমাণ যে সীমা অতিক্রম করিলে প্রযুক্ত বিকারী বলের সামান্যতম বৃদ্ধিতে বস্তুটির এত অধিক পরিমাণ বিকৃতি ঘটে যে বস্তুটি শেষ পর্যন্ত ছিঁড়িয়া বা ভাঙিয়া যায়, তাহাকে **ইন্ড পয়েন্ট** বলে।

ফেটিগ (Fatigue)—একটি বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল যখন ইন্ড পয়েন্ট ছাড়াইয়া যায়, তখন বস্তুটি ভাঙিয়া যায়, কিন্তু একটি বস্তু ইন্ড পয়েন্টের অনেক কম বলে (Force) ভাঙিয়া যাইতে পারে যদি প্রযুক্ত বলটি একাধিক্রমে প্রয়োগ না করিয়া পুনঃ পুনঃ প্রয়োগ করা হয় ও তুলিয়া লওয়া হয়। এইরূপে বস্তু যে ভাঙিয়া যায়, তাহাকে ফেটিগ ফেলিওর (Fatigue Failure) বলে।

প্রসার্যতা বা তান্ত্ববতা বা ডাক্টিলিটি (Ductility)—যে ধর্মের ফলে একটি ধাতুখণ্ডের উপর টান শক্তি (Tensile or Pulling Force) প্রয়োগ করিলে ধাতু খণ্ডটি ছিন্ন না হইয়া দীর্ঘ হয়, তাহাকে প্রসার্যতা বা ডাক্টিলিটি বলে।

কঠিনতা বা হার্ডনেস (Hardness)—কাটিয়া কিংবা আঁচড় দিয়া ধাতুকে ভেদ করিতে যে পরিমাণ বাধা অনুভূত হয়, তাহাকে কঠিনতা বলে।

ঘাত-সহতা বা ম্যালিয়েবিলিটি (Malleability)—ভাঙিয়া বা কাটিয়া না গিয়া চাপ, হাতুড়ীর আঘাত অথবা রোলিং (Rolling)-এর ফলে ধাতুর স্থায়ীভাবে আকৃতি পরিবর্তনের ধর্মকে ঘাত-সহতা বা ম্যালিয়েবিলিটি বলে।

দুঃস্থতা বা টাফনেস (Toughness)—যে ধাতুকে ছিন্ন না করিয়া যত বেশীবার ক্রমাগত সশুখে ও পশ্চাতে ঝাঁকান যায়, সেই ধাতুকে ততবেশী দুঃস্থ ধাতু বলে।

ভঙ্গুরতা বা ব্রিটলনেস (Brittleness)—ধাতুর আকার স্থায়ীভাবে অধিক পরিবর্তিত না হইয়া ভাঙিয়া যাইবার যে ধর্ম, তাহাকে ভঙ্গুরতা বলে।

টেনাসিটি (Tenacity)—টানিয়া লম্বা বা ছিন্ন করিবার প্রচেষ্টাকে ধাতু খণ্ডের বাধা দিবার যে ক্ষমতা তাহাকে টেনাসিটি বলে।

মেসিনেবিলিটি (Machineability)—একটি উপাদানকে কতটা সহজে মেসিনে কাটা যায় তাহার পরিমাপকে মেসিনেবিলিটি বা মেসিনে কর্তিত হইবার যোগ্যতা বলে। যেমন, কাঠ আয়রণ তামা অপেক্ষা শক্ত কিন্তু কাঠ আয়রণ ভঙ্গুর বলিয়া অপেক্ষাকৃত ডাক্টাইল বা তান্ত্ব তামা অপেক্ষা সহজে কাটে।

লৌহজাত ধাতু (Ferrous Metals)

লৌহ বা আয়রন (Iron)—খনি হইতে অবিকৃত অবস্থায় মাটি পাথর প্রভৃতির সহিত মিশ্রিতভাবে যে লৌহ পাওয়া যায় তাহাকে লৌহ আকরিক (Iron Ore) বলে। লৌহের প্রধান প্রধান আকরিক হইতেছে—

আকরিকের নাম	বাসায়নিক গঠন	শতকরা অংশ	প্রাপ্তিস্থান
রেড হেমটাইট (Red hematite)	অ্যানহাইড্রাস ফেরিক অক্সাইড (Anhydrous ferric oxide)	60 ভারতে 64 পর্যন্ত পাওয়া যায়	ভারতে সর্বোৎকৃষ্ট। ইহাছাড়া স্পেন, আমেরিকা, জার্মান, কানাডা
মাগনেটাইট (Magnetite)	ব্ল্যাক অক্সাইড অব আয়রন (Black Oxide of Iron)	62	নরওয়ে, সুইডেন
প্যাথিক লৌহ খনিজ (Pathic Iron ore)	ফেরাস কার্বনেট	35	ডারহাম, ইয়র্কশায়ার, ডার্বি, সামারসেট, ওয়েল্‌স, স্কটল্যান্ড
ব্রাউন হেমটাইট (Brown hematite)	হাইড্রেটেড ফেরিক অক্সাইড (Hydrated ferric oxide)	42	লিঙ্কনশায়ার, স্পেন, ক্রাঙ্গ, জার্মানি
আয়রন স্টোন	ফেরাস কার্বনেট	33	ইংল্যান্ড, ওয়েল্‌স, স্কটল্যান্ড, জার্মানি, রাশিয়া, হাঙ্গারী
আয়রন পাইরাইটাইস (Iron Pyrites)	আয়রন সালফাইড	30	ভারতবর্ষ, জার্মান

আমরা সাধারণতঃ যে সমস্ত লৌহ বা লৌহের বস্তু দেখি, উহারা বিশুদ্ধ লৌহ নহে। ফেরাইট (Ferrite) নামে পরিচিত বিশুদ্ধ লৌহ খুব নরম এবং কাটিতে যাইলে বিশ্রীভাবে ছিঁড়িয়া ছিঁড়িয়া যায় এবং ফিনিস ভাল হয় না। ফলে, ইহা দ্বারা কদাচিৎ কোন বস্তু নির্মিত হয়। সর্বদাই লৌহের সহিত সামান্য পরিমাণ কার্বন ও অন্যান্য মৌলিক পদার্থ মিশ্রিত থাকে। লৌহের ধর্ম ও প্রকৃতি মিশ্রিত কার্বনের উপর নির্ভর করে। লৌহের মধ্যে কার্বনের ভাগ যত বেশী হইবে উহা ততই কঠিন ও ডব্বুর হইবে। কার্বনের পরিমাণ অনুযায়ী লৌহকে মোটামুটি তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত

করা যায়—কাষ্ট আয়রণ (Cast Iron) বা ঢালাই লোহা, রট আয়রণ (Wrought Iron) বা পেটা লোহা এবং ষ্টীল (Steel) বা ইস্পাত।

পিগ আয়রণ (Pig Iron) বা কাঁচা লোহা প্রস্তুতি—দুইটি ধাপে এই নিষ্কাশন করা হয়—(১) ভস্মীকরণ (২) বিগলন

ভস্মীকরণ (Calcination)—একত্র শুষ্কীকৃত লৌহ আকরিককে অল্প কয়লায় পোড়াইয়া বাতাসের সংস্পর্শে উত্তপ্ত করা হয়। ইহার ফলে আকরিক হইতে সংশ্লিষ্ট জল এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড নির্গত হইয়া যায় এবং খনিজ পাত্থর বা আকরিকগুলি অনেকটা হালকা ও ঝাঁঝরা হয়।

(২) **বিগলন বা স্মেল্টিং (Smelting)**—ঝাঁঝরা খনিজগুলিকে কয়লা (Coke) ও চূনাপাত্থর (Limestone) সহিত মিশাইয়া ব্লাষ্ট ফারনেসে 1500 ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। ইহার ফলে ধাতুমল আলাদা হইয়া গিয়া গলিত লৌহের উপর ভাসিতে থাকে। উপর হইতে ধাতুমল (Slag) বাহির করিয়া লইয়া ফেলিয়া দেওয়া হয় ও তলা হইতে গলিত লৌহ বাহির করিয়া লইয়া পিগ নামে পরিচিত প্রায় 3 ফুট লম্বা 3 বা 4 ইঞ্চি চওড়া বালির ছাঁচে ঢালা হয়। এইজন্ত ইহাকে পিগ আয়রণ বলে।

এক টন পিগ আয়রণ তৈয়ারি করিতে মোটামুটি 40 হন্ডর আকরিক লৌহ 20 হন্ডর কোক এবং 8 হন্ডর চূনাপাত্থর (Limestone) লাগে।

পিগ আয়রণ, ‘আয়রণ ওর’ অপেক্ষা শুদ্ধ বটে, কিন্তু বেশী শুদ্ধ নয় বলিয়া ইহার শক্তি খুব কম। এইজন্ত, ইহা দ্বারা কোন কিছু তৈয়ারী হয় না। অত্যাচ্ছ আয়রণ বা ষ্টীল তৈয়ারি করিতে মূল উপাদান হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

যে পিগ আয়রণকে ষ্টীল প্রস্তুতে ব্যবহার করা হয় তাহাকে পিগ-এ বা ছাঁচে না ঢালিয়া সোজা ছোট ছোট এক প্রকার গাড়ী (ladles) করিয়া ধাতু মিশাইবার যন্ত্রে (Metal Mixer) এবং সেখান হইতে কনভারটার (Converter) বা ষ্টীল ফারনেসে পাঠান হয়।

পিগ আয়রণে শতকরা 3.2 হইতে 3.9 ভাগ কার্বন থাকে—এর মধ্যে শতকরা 3 ভাগ গ্রাফাইট বা মুক্তভাবে এবং অবশিষ্টাংশ রাসায়নিক ভাবে যুক্ত (Chemically combined) থাকে।

বিভিন্ন শ্রেণীর পিগ আয়রণ :—

বিভিন্ন শ্রেণীর পিগ আয়রণ—বিভিন্ন প্রকারের কার্যের চাহিদা

মিটাইবার জন্ত সাধারণতঃ নিম্নলিখিত ছয় প্রকারের পিগ আয়রণ প্রস্তুত হইয়া থাকে। ইহার মধ্যে প্রথম চারি প্রকার গ্রে আয়রণ নামে পরিচিত এবং ঢালাই করিতে ব্যবহৃত হয়। উহার মধ্যে কারবন মুক্ত অবস্থায় অর্থাৎ গ্র্যাফাইট রূপে থাকে। যে লৌহের মধ্যে গ্র্যাফাইটের পরিমাণ যত অধিক থাকিবে তাহার দানা তত বড় ও স্পষ্ট হইবে। সেইজন্ত গ্রে আয়রণের দানা বড় এবং স্পষ্ট।

১নং—ভগ্ন অবস্থায় ইহার ভিতর অংশ গাঢ় ধূসর (Dark Grey) এবং খুব বেশী পরিমাণে গ্র্যাফাইট থাকায় দানা বা কুষ্ঠালগুলির গঠন বড় ও স্পষ্ট দেখায়। গলিত অবস্থায় ইহা খুব তরল হয়—ফলে, ইহাতে সূক্ষ্ম কারুকার্য বিশিষ্ট ঢালাই ভাল হয়। কিন্তু ইহার ক্ষমতা বা ষ্ট্রেন্থ (Strength) খুব কম।

২নং—ইহা ১ নং অপেক্ষা হালকা বর্ণের এবং দানাগুলি ১ নং অপেক্ষা ছোট। গলিত অবস্থায় ইহা ১ নং-এর তুল্য তরল হয় না, কিন্তু ইহা ১ নং অপেক্ষা কঠিন ও অধিক ক্ষমতা সম্পন্ন।

৩নং—ইহার বর্ণ আরো হালকা এবং দানাগুলি মিহি। ইহাতে গ্র্যাফাইট খুব কম পরিমাণে থাকে। গলিত অবস্থায় ইহা ২ নং অপেক্ষাও কম তরল হয় কিন্তু ইহার টেনাসিটি ও কঠিনতা ২ নং অপেক্ষা অধিক। ইহা ঢালাই কাজে খুব বেশী রকম ব্যবহৃত হয় এবং ভারী ঢালাই—এর পক্ষে ইহা বিশেষ উপযোগী।

৪ নং—ইহার বর্ণ ৩ নং অপেক্ষাও হালকা এবং ইহার অধিকাংশ কারবন রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত থাকায় দানাগুলি খুব মিহি। ইহা অত্যন্ত কঠিন ও ক্ষমতা সম্পন্ন হওয়ায় যে সকল ঢালাইকে মেনিন করিবার অর্থাৎ কাটিবার প্রয়োজন থাকে না, সেই সকল ঢালাইয়ে ব্যবহৃত হয়।

৫ নং—ইহা মটল্ড (Mottled) আয়রণ নামে পরিচিত এবং হোয়াইট আয়রণ ও গ্রে আয়রণের মধ্যবর্তী ধাপ। ভগ্ন অবস্থায় হোয়াইট আয়রণের পশ্চাৎপটের উপর ধূসর বর্ণ ছিটানো থাকিলে যেরূপ দেখায়, সেইরূপ দেখায়। ইহা অত্যন্ত শক্ত। খুব শক্ত ঢালাইয়ের জন্ত—যেমন,—ইঞ্জিন সিলিণ্ডার—অল্প পরিমাণ মটল্ড আয়রণ মিশাইয়া লওয়া হয়।

৬ নং—ইহা হোয়াইট আয়রণ নামে পরিচিত এবং অত্যন্ত কঠিন ও ভঙ্গুর। ইহার সমস্ত কারবন রাসায়নিকভাবে সংযুক্ত অবস্থায় থাকায়, ইহার দানা খুব মিহি ও সাদা বর্ণের। ইহা অপেক্ষাকৃত কম উত্তাপে গলে কিন্তু

ঢালাই করিতে হইলে যতটা তরল হওয়া প্রয়োজন ততটা তরল হয় না সেইজন্য ইহা ঢালাই কার্বে ব্যবহৃত হয় না। ইহা কেবল মাত্র রট আয়রণ প্রস্তুতে মূল উপাদানরূপে ব্যবহৃত হয়।

কাষ্ট আয়রণ (Cast Iron) বা ঢালাই লোহার প্রস্তুতি :-পূর্ব বর্ণিত উপায়ে প্রাপ্ত পিগ আয়রণের খণ্ড, কয়লা ও চুনাপাথর পর পর স্তরে সজ্জিত করিয়া কিউপোলা নামে পরিচিত চুন্নী বা ফারনেসে (Furnace) গলান হয়। গলিত অবস্থায় ধাতু ও ধাতুমল আলাদা হইয়া যায় এবং ধাতুমল (Slag) হালকা হওয়ায় ধাতুর উপরে ভাসিতে থাকে। কিউপোলার পশ্চাৎদিকে অবস্থিত একটি নির্গম পথ দিয়া ধাতুমল সকল সময় বাহির হইয়া একটি পাত্রে সঞ্চিত হইতে থাকে। অপর একটি নির্গম পথে একটি কল বসান থাকে। কিছুক্ষণ অন্তর সেই কল খুলিয়া একটি বিরাট লাড্লে (Ladle) কাষ্ট আয়রণ সংগৃহীত হয় এবং প্রয়োজনীয় ছাঁচে ঢালিয়া ঢালাই করা হয়। এইরূপে পিগ আয়রণকে পরিপাক করিয়া কাষ্ট আয়রণ তৈয়ারী হয়।

একটন পিগ আয়রণের সহিত সাধারণতঃ $2\frac{1}{2}$ হন্দর কোক ও $2\frac{1}{2}$ হন্দর চুনা পাথর লাগে।

কাষ্ট আয়রণের ধর্ম :-কাষ্ট আয়রণের মধ্যে কারবনের ভাগ (2.5% থেকে 3.6%) অধিক থাকায় ইহা অত্যন্ত শক্ত। ইহাকে ঝাঁকান সম্ভব হয় না এবং আকস্মিক কম্পন (Shock) বা হাতুড়ীর আঘাতে ভাঙ্গিয়া যায়। ইহা টান (Tensile Force) সহ্য করিতে পারে না। কিন্তু চাপ (Compressive Force) সহ্য করিবার ক্ষমতা অত্যধিক। চিপিং করিলে ইহা ছোট ছোট টুকরা হইয়া বাহির হয়। ইহাকে পেটাই করা যায় না। ইলেকট্রিক বা অগ্নি অ্যাসিটিলিন ওয়েল্ডিং করা চলে। ইহাকে টেম্পার দেওয়া যায়না বা স্থায়ী চুম্বক করা যায় না। ইহাতে সহজে মরিচা পড়ে না। হোয়াইট কাষ্ট আয়রণ প্রায় 1150° সেন্টিগ্রেড এবং গ্রে কাষ্ট আয়রণ প্রায় 1260° সেন্টিগ্রেড তাপে গলে। জল অপেক্ষা ইহা 7.22 গুণ ভারী এবং ইহার প্রতি ঘন ইঞ্চি (Cubic Inch) আয়তনের ওজন 0.261 পাউণ্ড। গরম হইতে ঠাণ্ডা অবস্থায় আসিতে ঢালাই অনুসারে কাষ্ট আয়রণ $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি হইতে $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি পর্যন্ত সঙ্কুচিত হয়। ইঞ্জিনের সিলিন্ডার, পিষ্টন, পিষ্টন রিং, ক্লাই হুইল, মেসিনের বেড এবং বডি, বারান্দার রেলিং, থাম, ব্রাকেট, জলের পাইপ ইত্যাদি প্রস্তুত করিতে কাষ্ট আয়রণ প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

ঢালাই পদ্ধতি (Casting Process)—গলিত ধাতুকে একটি ছাঁচে (Mould) ঢালিয়া ঠাণ্ডা হইতে দিলে কঠিন অবস্থায় উহা ছাঁচের আকৃতি লয়। এই প্রকারে বস্তুর আকৃতি দিবার যে পদ্ধতি তাহাকে ঢালাই (Casting) বলে।

যে আকৃতির বস্তু তৈয়ারি করিতে হইবে সেই আকৃতির একটি কাঠের বা ধাতুর প্যাটার্ণ তৈয়ারি করা হয়। বালির মধ্যে প্যাটার্ণ বসাইয়া যে বস্তু ঢালাই করিতে হইবে, তাহার একটি আকৃতি বালিতে তৈয়ারী করা হয়। ইহাকে ছাঁচ (Mould) বলে। অবশ্য ধাতুর স্থায়ী ছাঁচও সময় বিশেষে ব্যবহার করা হয়।

কাষ্ট আয়রণ অপেক্ষাকৃত কম তাপে গলে বলিয়া এবং গলিত অবস্থায় অধিক তরল হয় বলিয়া লৌহজাত ধাতুর মধ্যে কাষ্ট আয়রণই ঢালাই-এর কাজে অধিক ব্যবহৃত হয়।

সেমি-ষ্টীল কাষ্টিং (Semi-steel Casting)—পিগ আয়রণের সহিত রট আয়রণ বা নরম পুরাণ ষ্টীল বিভিন্ন অনুপাতে মিশ্রিত করিয়া যে ঢালাই করা হয়, তাহাকে সেমি-ষ্টীল কাষ্টিং বলে।

চিল কাষ্টিং (Chill Casting)—যখন কোন ঢালাই-এর উপরিভাগ অভ্যন্তর অপেক্ষা অনেক দ্রুত ঠাণ্ডা করা হয়, তখন ঢালাই-এর উপরিভাগ অভ্যন্তর কঠিন হয়। এই প্রকার কাষ্টিংকে চিল কাষ্টিং বলে। সাধারণতঃ ধাতুর ছাঁচে ঢালিয়া ইহা করা হয়। ছাঁচে ঢালিবার পর ঢালাই বস্তুটিকে যদি ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা না কবিয়া দ্রুত ঠাণ্ডা করা যায়, তাহা হইলে ঢালাইটি অভ্যন্তর শক্ত হইয়া যায়। এই প্রকার ঢালাইকে চিল কাষ্টিং বলে। সাধারণতঃ ঢালাই লোহা ধাতুর ছাঁচে ঢালিয়া ইহা করা হয়। এই প্রকার ঢালাই বাটালি সাহায্যে কাটা একরূপ দুঃসাধ্য।

রোলিং মিলের রোল বা যে সকল বস্তু অভ্যন্তর শক্ত ও ক্ষয় প্রতিরোধক (Wear-resisting) হওয়া দরকার সেই সকল বস্তু এই প্রকারে ঢালাই করা হয়।

ষ্টীল-কাষ্টিং (steel Casting) :—ইলেকট্রিক বা গ্যাস ফারনেসে ষ্টীল গলাইয়া, গলিত ষ্টীল মোল্ডে ঢালিয়া ষ্টীল কাষ্টিং করা হয়।

অ্যালয় কাষ্টিং (Alloy Casting)—অ্যালয় কাষ্টিং-এ বিভিন্ন মাত্রায় নিকেল, ক্রোমিয়াম, সিলিকন এবং মলিবডিনাম বর্তমান থাকে। এই

প্রকার কাষ্টিং মোটর গাড়ীর পার্টস নির্মাণে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

রট আয়রন (Wrought Iron) বা পেটাই লোহা:—প্রচলিত বিভিন্ন প্রকার লৌহের মধ্যে ইহা সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ ও নরম। ইহাতে সর্বাধিক 15% কার্বন থাকে। পাডলিং (Puddling) বা রিভারবারেটরী (যাহা প্রতিফলিত করে) ফারনেসে (Reverberatory Furnace) পিগ আয়রন হইতে কার্বন ও অক্সিজেন অপ্রয়োজনীয় উপাদান অপসারিত করিয়া ইহা উৎপন্ন করা হয়।

রট আয়রনের ধর্ম—রট আয়রনের মূল্য সাধারণ কার্বন ষ্টীল অপেক্ষা অধিক। কিন্তু ইহার অত্যন্ত প্রয়োজনীয় তিনটি গুণের জন্ত ইহার চাহিদা আছে। রট আয়রনের সহিত যে ধাতুমল (Slag) থাকে তাহা রট আয়রনকে ক্ষয় রোধের ক্ষমতা দেয়। ইহার শক (Shock) ও ফেটিগ (Fatigue) সহ্য করিবার ক্ষমতা অত্যধিক এবং লো-কার্বন ষ্টীল অপেক্ষা ইহাকে ভালভাবে মেসিনে কাটা যায়।

ভগ্ন অবস্থায়, রট আয়রনের ভিতরকার গঠন আঁশ যুক্ত (Fibrous) এবং রেশমের গ্রায় জ্যোতি যুক্ত নীলবর্ণ দেখায়। অধিক উত্তাপে কাষ্ট আয়রনের গ্রায় গলিয়া না গিয়া একটু তলতলে হয় এবং কাষ্ট আয়রনের গ্রায় আঘাতে ইহা ভাঙ্গিয়া যায় না। ফলে ইহাকে উত্তমরূপে ফোর্জিং ও ওয়েল্ডিং করা যায়। একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত রট আয়রনকে যতবার ফোর্জিং করা হইবে উহার শক্তি তত বৃদ্ধি পাইবে। রট আয়রনকে ঠাণ্ডা এবং গরম উভয় অবস্থাতেই ঝাঁকান, পাত করা বা টানিয়া সরু করা যায়। ইহাতে কার্বনের ভাগ কম বলিয়া ইহাকে টেম্পার দেওয়া যায় না। ইহা দ্বারা অস্থায়ী চুম্বক করা চলে। ইহাতে কাষ্ট-আয়রন অপেক্ষা দ্রুত মরিচা পড়ে। রট আয়রন প্রায় 1600° সেন্টিগ্রেড তাপে গলে। ইহা জল অপেক্ষা 7.7 গুণ ভারী এবং ইহার এক ঘন ইঞ্চি আয়তনের ওজন প্রায় 0.278 পাউণ্ড। ইহা দ্বারা বীম (Beam), গার্ডার (Girder) অ্যাঙ্গল (Angle), রড (Rod) বার (Bar), পাত (Sheet), তার (Wire) প্রভৃতি তৈয়ারী হয়।

মালিয়েবল কাষ্ট আয়রন (Malleable Cast Iron)

লৌহের সহিত যত বেশী পরিমাণে কার্বন মিশ্রিত থাকিবে লৌহ ততই ভঙ্গুর হইবে। কাষ্ট-আয়রন গ্র্যাফাইট বা মুক্ত কার্বনের আঁশে ভর্তি থাকার

ফলে কাষ্ট আয়রণ এত ভঙ্গুর। কাষ্ট-আয়রণে ঢালাই করিয়া বস্তু নির্মাণের পর তাহা হইতে যদি কারবন অপসারিত করা যায়, তাহা হইলে রট আয়রণ পড়িয়া থাকিবে—এবং বস্তুটি ডাক্টাইল হইবে। এই প্রকারে কাষ্ট আয়রণকে যখন ডাক্টাইল করা হয় তখন তাহাকে ম্যালিয়েব্ল কাষ্ট আয়রণ বলে। কিন্তু একটি বস্তু ঢালাই করিয়া সম্পূর্ণ তৈয়ারী হইয়া যাইবার পর, যে পদ্ধতিতে বট আয়রণ প্রস্তুত হয় সেই পদ্ধতিতে ঢালাই বস্তুর কাষ্ট আয়রণকে রট আয়রণে পরিবর্তিত করা যায় না।

ম্যালিয়েব্ল কাষ্টিং পদ্ধতি :—

যে কাষ্ট-আয়রণে অধিকাংশ কারবন যৌগিক ভাবে মিশ্রিত অবস্থায় থাকে সেই প্রকারের কাষ্ট আয়রণে বস্তুটিকে প্রথমে ঢালাই করা হয়। বস্তুগুলিকে আয়রণ বা ষ্টীলের তৈয়ারী বাজে ভর্তি করিয়া তাহার চতুর্দিকে ব্যবহৃত এবং নুতন হোমেটাইট আকরিক (Haematite Ore) পূর্ণ করা হয়। বাক্সটিকে 900° — 950° সেটিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয় এবং এই উত্তাপে কয়েকদিন রাখা হয়। এই সময়ের মধ্যে কাষ্টিং-এর কিছু কারবন জারিত (Oxidised) হইয়া বাহির হইয়া যায় এবং অবশিষ্ট কারবনের আঁশ ভাসিয়া ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বিন্দুরূপে ছড়াইয়া পড়ে। উত্তপ্ত করিবার পর বস্তুটিকে ধীরে ধীরে কয়েকদিন ধরিয়া ঠাণ্ডা করা হয়। ফলে, বস্তুটি টাফ এবং ডাক্টাইল হয়। ম্যালিয়েব্ল কাষ্টিং-এর টেনসাইল ট্রেঞ্চ হইতেছে 26 টন প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে।

ইস্পাত বা ষ্টীল প্রস্তুতি (Steel making Process) :—

ষ্টীল লৌহ (Iron) এবং কারবন বা লৌহ, কারবন ও অক্সিজেন মৌলিক পদার্থের সংমিশ্রণে গঠিত এক প্রকার অ্যালয় (Alloy) বা যৌগিক পদার্থ, যাহাকে হঠাৎ ঠাণ্ডা করিয়া শক্ত করা যায়।

কারবনের পরিমাণ বিবেচনায় ষ্টীলকে রট আয়রণ এবং কাষ্ট-আয়রণের মধ্যস্থানীয় বলা যায়। রট আয়রণের সহিত কারবন মিশাইয়া বা কাষ্ট আয়রণ হইতে কারবন বিদূরিত করিয়া পুনরায় উহাতে আবশ্যিকমত কারবন যোগ করিয়া ইহা উৎপন্ন করা হয়। ষ্টীলে কারবনের পরিমাণ 0.2% পর্যন্ত থাকিলে মাইল্ড ষ্টীল বা লো-কারবন ষ্টীল, 0.2% হইতে 0.5% পর্যন্ত থাকিলে মিডিয়াম কারবন ষ্টীল ও 0.5 হইতে 1.6% পর্যন্ত থাকিলে হাই-কারবন ষ্টীল বলে।

বিসিমার স্টীল (Bessemer Steel) :—

বিসিমার পদ্ধতিতে তৈয়ারী স্টীল। এই পদ্ধতিতে ইম্পাত বা পেটা লোহার তৈয়ারী এবং ডিম্বাকৃতিবিশিষ্ট ‘বিসিমার কনভারটার’ নামে পরিচিত এক বিশেষ ধরণের চুল্লী ব্যবহৃত হয়। বিসিমার সাহেব এই পদ্ধতিতে লৌহ নির্মাণ মাদ্রাজের লৌহকারদের নিকট শিক্ষা করেন এবং গত শতাব্দীর মধ্য-ভাগে নিজের নামানুসারে ইংলণ্ডে ইহার প্রবর্তন করেন। এই প্রকারের স্টীল নরম হয়। বিভিন্ন প্রকার ঝাঁক্চারাল (Structural) কাজে ও বার (Bar), অ্যাঙ্গল (Angle), টী (Tee) ইত্যাদি তৈয়ারী করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

সিমেণ্টেসন প্রণালীতে ব্লিষ্টার-স্টীল (Blister steel by Cementation Process) :—উচ্চ শ্রেণীর রট আয়রণের টুকরাগুলিকে অগ্নি-সহ ইষ্টকের (Fire Bricks) বায়ু কোক চূর্ণের ভিতর রাখিয়া সিমেণ্টেসন চুল্লীতে লোহিত তপ্ত করা হয়। এইভাবে প্রায় দুই সপ্তাহ থাকিলে লৌহ খানিকটা কার্বন শোষণ করে এবং ফোস্কা বা ব্লিষ্টার যুক্ত এক প্রকার উত্তম স্টীলে পরিণত হয়।

শিয়ার স্টীল (Shear Steel) :—ব্লিষ্টার স্টীলের টুকরা স্তূপীকৃত করিয়া উত্তপ্ত করা হয় এবং বোরাক্স ও বালির ফ্লাক্স (Flux) যোগ করা হয়। উত্তপ্ত টুকরাগুলির রং সাদা হইলে উহাকে হাতুড়ী দ্বারা পিটাইয়া (Hammering) টুকরাগুলিকে পরস্পরের সহিত যুক্ত (Welding) করা হয় এবং রোলিং করিয়া লম্বা বারে (Bar) পরিণত করা হয়। এই প্রকার স্টীলকে সিঙ্গেল শিয়ার স্টীল (Single Shear Steel) বলে।

যখন আরো উচ্চশ্রেণীর স্টীলের প্রয়োজন হয় তখন এই সিঙ্গেল শিয়ার স্টীলকে খণ্ড খণ্ড করিয়া কাটিয়া স্তূপীকৃত করা হয় এবং গরম করিয়া পিটাইয়া ওয়েল্ড করা হয়। পরে ইহাকে রোলিং করিয়া বারে (Bar) পরিণত করা হয়। এই প্রকার স্টীলকে ডবল শিয়ার স্টীল (Double Shear Steel) বলে।

এই প্রকার স্টীল খুব শক্ত। ক্রুসিবল কাষ্ট স্টীল (Crucible Cast Steel), হামারের মুখ ইত্যাদি তৈয়ারীর জন্ত যথেষ্ট ব্যবহার হয়।

ক্রুসিবল স্টীল (Crucible Steel)—ব্লিষ্টার স্টীলের (Bar) কাটিয়া ছোট ছোট টুকরা করিয়া অগ্নি-সহ মৃত্তিকার (Fire clay) মুচি বা ক্রুসিবলে গলান হয় এবং ফেরো-ম্যাঙ্গানিজ আকারে প্রয়োজনীয় কার্বন যোগ করা হয়।

এই প্রকার ষ্টীলকে টুল ষ্টীল বা কাট ষ্টীল বলে। ইহা খুব শক্ত ষ্টীল। বল বিয়ারিং-এর বল, গিয়ার হইল, মোটর গাড়ীর পার্টস ও কাটিং টুলস (Cutting tools) তৈয়ারী করিতে ইহা অধিক ব্যবহৃত হয়।

সিমেন্স মার্টিন প্রণালীতে ওপেন হার্থ ষ্টীল (Siemens-Martin Open Hearth Steel) :—সিমেন্স মার্টিন ওপেন-হার্থ চুল্লী হইতেছে অগ্নি-সহ ইষ্টকের (Fire Bricks) তৈয়ারী সমতল প্রশস্ত চতুষ্কোণাকার প্রকেষ্ঠবিশিষ্ট একটি চুল্লী এবং পরাবর্ত চুল্লীর (Reverberatory Furnace) ত্রায় উপরে একটি নীচু ছাদ থাকে। চুল্লীর উভয় প্রান্তেই গ্যাস প্রবেশ ও নির্গমনের ব্যবস্থা আছে। চুল্লীর অভ্যন্তরে অম্লজাতীয় (Acidic) SiO_2 অথবা ক্ষারজাতীয় (Basic) CaO-MgO আন্তরণ থাকে।

মার্কৃত চুল্লী (Blast Furnace) হইতে পিগ আয়রণ সোজাশুজি সিমেন্স-মার্টিন ওপেন-হার্থ চুল্লীতে লইয়া যাওয়া হয়। উহার সহিত ফ্যাক্টরীর অব্যবহার্য ছাঁটাই ষ্টীল (Scrap) এবং কিছু হিমাটাইট মিশাইয়া দেওয়া হয়। হিমাটাইট (Fe_2O_3) পিগ আয়রণের কার্বন, ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন প্রভৃতি জারিত (oxidised) করে। কার্বন মনোক্সাইড উড়িয়া যায়। অক্সিজেন অক্সাইড আন্তরণের সংস্পর্শে আসিয়া ধাতুমলে পরিণত হয়। এইভাবে পিগ আয়রণের অপদ্রব্য দূর হইলে, প্রয়োজনীয় পরিমাণ স্পাইজেল (অল্প লৌহের সহিত কার্বন, ম্যাংগানিজ প্রভৃতি নির্দিষ্ট পরিমাণে মিশাইয়া গলান হয়। এই মিশ্রণটি ঠাণ্ডা করিয়া রাখিয়া দেওয়া হয় এবং ইহাকে স্পাইজেল বলে।) উহাতে দেওয়া হয় এবং আরো উত্তপ্ত করিয়া উহাকে উত্তমরূপে মিশাইয়া লওয়া হয়। সমস্ত প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করিতে প্রায় ৮-১০ ঘণ্টা সময় লাগে। ষ্টীল গলিত অবস্থায় বাহির করিয়া ছাঁচে ঢালা হয়।

বিস্মার ষ্টীল অপেক্ষা সিমেন্স-মার্টিন ষ্টীল অনেক উৎকৃষ্ট।

বৈদ্যুতিক পদ্ধতি (Electric Process) :—বৈদ্যুতিক চুল্লী (Electric Furnace) দেখিতে গোলাকার এবং ষ্টীল নির্মিত। ইহা একরূপভাবে বসান থাকে যাহাতে ইহাকে হেলাইয়া ধাতুমল ঢালিয়া ফেলা যায়। ইহার ছাদ খিলানাকৃতির ও ভিতরে চতুর্শার্শ প্রতিক্রিয় ইষ্টকের (Refractory bricks) আন্তরণযুক্ত। ধাতু ও ধাতুমল ঢালিয়া বাহির করিবার জন্ত এবং মশলা (charge) চুল্লীর অভ্যন্তরে ঢালিবার জন্ত ইহাতে তিন বা ততোধিক

স্বর্ত থাকে। খিলানের ভিত্তর দিয়া সাধারণতঃ ১৭ ইঞ্চি ব্যাসবিশিষ্ট ও ৬ ফুট লম্বা কারবনের ইলেকট্রোড প্রবেশ করান থাকে।

বৈদ্যুতিক চুল্লীতে ষ্টীল উৎপাদন করিতে অত্যন্ত খরচ পড়ে। সেইজন্য অতি অল্প পরিমাণ ষ্টীল এই পদ্ধতিতে তৈয়ারি করা হয়। কিন্তু এই পদ্ধতিতে তৈয়ারী ষ্টীল অল্প সকল প্রকার ষ্টীল অপেক্ষা শ্রেষ্ঠ। এরোলেন, মোটর গাড়ী প্রভৃতির পাটস, বিয়ারিং, চুশক, ইঞ্জিন ভাৰ প্রভৃতি জিনিস যেখানে উৎকৃষ্ট জাতীয় ষ্টীল লাগে সেখানে এই পদ্ধতিতে নির্মিত ষ্টীল ব্যবহৃত হয়।

মাইল্ড ষ্টীল (Mild Steel)—যে কারবন ষ্টীলকে সাধারণভাবে টেম্পার দেওয়া যায় না, তাহাকে মাইল্ড ষ্টীল বলে। ইহার মধ্যে লো-কারবন ও মিডিয়াম কারবন ষ্টীল পড়ে। ইহার মধ্যে কারবনের ভাগ শতকরা ০.৫ ভাগের কম থাকে। কেস হার্ডনিং নামে এক বিশেষ প্রণালীতে ইহার মাত্র বাহিরের আবরণটিকে শক্ত করা চলে। লো-কারবন ষ্টীল কাঠামো (Structure), বয়লার প্লেট, নাট, বোল্ট, রিভেট প্রভৃতি তৈয়ারি করিতে ও ফোর্জিং এবং ফিটিং-এর কাজে রট-আয়রণের পরিবর্তে ব্যবহৃত হয়। মিডিয়াম কারবন ষ্টীল দ্বারা রেল (Rail), এক্সেল (Axle), টু-ইয়ার (Tyre), ষ্টীল কাষ্টিং, সাফট, যন্ত্রপাতির অংশ প্রভৃতি তৈয়ারী হয়।

হার্ড ষ্টীল (Hard Steel)—যে কারবন ষ্টীলকে টেম্পার দেওয়া যায় তাহাকে হার্ড ষ্টীল বলে। ইহাতে শতকরা ০.৬ ভাগের উপর কারবন থাকে। হাই-কারবন ষ্টীল এই শ্রেণীয় অন্তর্গত।

অ্যালয় ষ্টীল (Alloy Steel)—বিশেষ কয়েকটি গুণ পাইবার জন্য যে ষ্টীলে কারবন ব্যতীত অল্প এক বা একাধিক উপাদান মিশ্রিত করা হয়, তাহাকে অ্যালয় ষ্টীল বলে। অ্যালয় ষ্টীলে বিভিন্ন মাত্রায় ক্রোমিয়াম, কোবাল্ট, ম্যাংগ্যানিজ, মলিবডিনাম, সিলিকন, টাঙ্গস্টেন, ভ্যানাডিয়াম ইত্যাদি মিশ্রিত করা হয়। ইহাদের মধ্যে যে উপাদানগুলির ভাগ বেশী থাকে সেই উপাদানগুলির মাত্রার ক্রমানুসারে অ্যালয় ষ্টীলের নামকরণ করার একটা রীতি প্রচলিত আছে। যেমন ম্যাঙ্গানিজ-নিকেল-মলিবডিনাম অ্যালয় ষ্টীলে ম্যাঙ্গানিজের পরিমাণ সর্বাধিক। তারপর নিকেল এবং নিকেল অপেক্ষাও মলিবডিনাম আরো কম।

হার্ড বা হাই-কারবন স্টীলের ব্যবহার

কারবনের শতকরা ভাগ	হার্ডনিং তাপমাত্রা °C (সেটিগ্রেন্ড)	অ্যানিলিং তাপমাত্রা °C (সেটিগ্রেন্ড)	ফোর্জিং তাপমাত্রা °C (সেটিগ্রেন্ড)	ওয়েল্ডিং (ফোর্জ)	স্টীলের বিশেষ নাম	ব্যবহার
0.75	800	760	950	ভাল	সেট টেম্পার	হাতুড়ী, ডাই, কয়লা কাটিবার ড্রিল প্রভৃতি।
0.85	785	750	900	ভাল	সেট টেম্পার	ডাই, চিজেল, শিয়ার ব্লেন্ড প্রভৃতি।
1.0	770	730	870	সাবধানে	চিজেল টেম্পার	বড় ট্যাপ, বড় পাঞ্চ এবং চিজেল প্রভৃতি।
1.13	765	720	850	কষ্টকর	স্পিণ্ডল টেম্পার	ট্যাপ, ডাই, পাঞ্চ, রিমার প্রভৃতি।
1.25	765	720	825	—	টুল টেম্পার	মেসিন টুলস, ড্রিল, ছোট কাটার, খুব ধারাল যন্ত্রপাতি প্রভৃতি।
1.375	765	720	825	—	স-ফাইল টেম্পার	ধারাল যন্ত্রপাতি প্রভৃতি।
1.5	765	720	800	—	রেজার টেম্পার	মেসিন টুলস, শক্ত স্টীলের পার্টস, খুব ধারাল যন্ত্রপাতি

এস, এ, ই সংখ্যা পদ্ধতি দ্বারা স্টীলের নামকরণ (S. A. E.
Designation Numbers of Alloy Steel)

সোসাইটি অব অটোমেটিভ ইঞ্জিনিয়ার্স (Society of Automotive

Engineers) বা সংক্ষেপে এস, এ, ই, চারি অক্ষের দ্বারা ষ্টিলের নামকরণের একটি পদ্ধতি প্রচলিত করিয়াছেন। এই পদ্ধতিতে প্রথম অক্ষটি কি ষ্টিল তাহা নির্দেশ করে। দ্বিতীয় অক্ষটি কারবন ব্যতীত অথবা যে উপাদান সর্বাধিক পরিমাণে আছে তাহা শতকরা কত অংশ আছে তাহা বুঝায়, এবং তৃতীয় ও চতুর্থ অক্ষটি ষ্টিলে কারবন শতকরা কত শতাংশ আছে তাহা নির্দেশ করে। প্রথম অক্ষটি কত হইলে কোন ধাতু নির্দেশ করিবে তাহার একটি তালিকা নিম্নে দেওয়া হইল—

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. প্লেন কারবন ষ্টিল | 5. ক্রোমিয়াম ষ্টিল |
| 2. নিকেল ষ্টিল | 6. ক্রোম-ভ্যানেডিয়াম ষ্টিল |
| 3. নিকেল-ক্রোমিয়াম ষ্টিল | 7. টাঙ্গস্টেন ষ্টিল |
| 4. মলিবডিনাম ষ্টিল | 8. সিলিকো-ম্যাঙ্গানিজ ষ্টিল |

উপরিউক্ত নিয়মানুসারে এস-এ-ই 1045 ষ্টিল বলিতে 0.45% কারবনবিশিষ্ট প্লেন কারবন ষ্টিল বুঝায়। এস-এ-ই 2335 বলিতে 3% নিকেল ও 0.35% কারবন বিশিষ্ট নিকেল ষ্টিল বোঝায়।

পাঁচ অক্ষের দ্বারাও এস-এ-ই ষ্টিল বুঝান হয়। যেমন—এস-এ-ই 71360 প্রথম অক্ষ 7 = টাঙ্গস্টেন ষ্টিল।

দ্বিতীয় ও তৃতীয় অক্ষ যথাক্রমে 1 এবং 3 = শতকরা 13 ভাগ টাঙ্গস্টেন।

চতুর্থ এবং পঞ্চম অক্ষ মিলে 60 = শতকরা 0.60 ভাগ কারবন।

নিকেল ষ্টিল (Nickel Steel)—ষ্টিলের সহিত নিকেল প্রায় যে কোন অনুপাতেই মিশ্রিত করা চলে। সাধারণতঃ শতকরা 2 হইতে 5 ভাগ নিকেল মিশ্রিত ষ্টিল বাজারে অধিক প্রচলিত। ইহা অধিক শক্তি সম্পন্ন ও তাপ, ক্ষয় ও ফেটিগ (Fatigue) রোধক। জাহাজের সাফ্টিং, আর্মার প্লেট, অত্যধিক উত্তপ্ত বাষ্প চলাচলকারী অংশের (Steam line) এক্সেল (Axle) পাইপ, বোল্ট ইত্যাদি, কানেক্টিং রড, বাই-সাইকেলের টিউবিং এবং স্পোক, তারের দড়ি ইত্যাদির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

টেনসাইল স্ট্রেন্থ—প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে 35 হইতে 40 টন।

টাঙ্গস্টেন ষ্টিল—ইহা খুব শক্ত এবং চূষকের পক্ষে বিশেষ উপযোগী। ভারী কাজের (Heavy duty) উপযুক্ত কাটিবার যন্ত্রাদি (Cutting tools) ইহাতে চমৎকার হয়। ইলেকট্রিক বাতির তার (Filament of Electric bulbs) তৈয়ারি করিতেও ইহার ব্যবহার হয়।

হাইস্পীড স্টীল—ইহা কাটিবার যন্ত্রাদির (Cutting tools) পক্ষে উপযুক্ত এক প্রকার অ্যালয় স্টীল। ইহাতে কার্বন, টাঙ্গস্টেন, ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম, ভ্যানাডিয়াম এবং মলিবডিনাম থাকে। বর্তমানে 18-4-1 (18% টাঙ্গস্টেন, 4% ক্রোমিয়াম, ও 1% ভ্যানাডিয়াম) হাইস্পীড স্টীল সর্বাধিক প্রচলিত। ইহা 2200°-2450° ফারেনহাইটের মধ্যে উত্তপ্ত করিয়া বায়ুপ্রবাহে বা তেলে ডুবাইয়া ঠাণ্ডা করিয়া হার্ডনিং (Hardened) করা হয়। 1600° ফারেনহাইট পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া ফারেনসে ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা করিলে ইহা নরম (Anneal) হয়। সাধারণ কার্বন স্টীল অপেক্ষা ইহাতে কাটিং স্পীড (Cutting Speed) অনেক বেশী দেওয়া যায়। কারণ লোহিত তপ্ত উত্তাপেও নরম না হইয়া ইহা কাটিতে পারে। মোটামুটি 1050° ফারেনহাইট উত্তাপ পর্যন্ত ইহা কাটিতে পারে। ইহাকে অতি সাবধানতার সঙ্গে ফোর্জিং করিতে হয়। 2300° ফারেনহাইটের কাছাকাছি অর্থাৎ হরিদ্রাযুক্ত ক্ষেত (yellow white) বর্ণে উত্তপ্ত থাকাকালীন ইহাকে ফোর্জিং করা উচিত। 1850° ফারেনহাইটের কমে অর্থাৎ হরিদ্রাযুক্ত রক্ত (yellow red) বর্ণের নিম্ন উত্তাপে ফোর্জিং করিলে ভিতরে ফাট ধরিবার আশঙ্কা থাকে। ডাক্তারী যন্ত্র (Surgical Instrument), কাটিং টুলস, ড্রিল, ট্যাপ, ডাই প্রভৃতি তৈয়ারি করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

ষ্টেনলেস স্টীল—ইহা ক্রোমিয়াম এবং আয়রনের এক প্রকার অ্যালয়। ইহাতে 10% হইতে 26% পর্যন্ত ক্রোমিয়াম থাকে। ইহার ক্ষয় রোধক ক্ষমতা বৃদ্ধি করিবার জন্ত সময় সময় ইহাতে নিকেল যোগ করা হয়। 18-8 টাইপ (18% ক্রোমিয়াম, 8% নিকেল) ষ্টেনলেস স্টীল বাষ্পে রন্ধনের তৈজসপত্র তৈয়ারী হয়।

0.35% কার্বন ও 13.5% ক্রোমিয়ামবিশিষ্ট ষ্টেনলেস স্টীল ছুরি, কাঁচি প্রভৃতি কাটিবার যন্ত্রপাতি তৈয়ারীতে ব্যবহার হয়।

পাম্প রড, পাম্প গিয়ার, যন্ত্র যন্ত্রপাতি, ডাক্তারী যন্ত্রপাতি, টারবাইন ব্লেড ইঞ্জিন ভাঙ্গ, অয়েল বার্নারের পার্টস (Oil burner Parts), ছুরি কাঁচি ইত্যাদি তৈয়ারি করিতে ষ্টেনলেস স্টীল ব্যবহৃত হয়।

শ্রীং স্টীল—ইহা কোন বিশেষ শ্রেণীর স্টীল নয়। যে সকল অ্যালয় স্টীল দ্বারা সাধারণতঃ শ্রীং তৈয়ারী হয়, তাহাদিগকে শ্রীং স্টীল বলে। হাই-সিলিকন, সিলিকন-ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম-ভ্যানাডিয়াম এবং কার্বন-ক্রোম প্রভৃতি অ্যালয় স্টীল বিশেষ করে শ্রীং তৈয়ারির উদ্দেশ্যে তৈয়ারী হয়।

অ-লৌহ ধাতু

(Non-Ferrous Metals)

তামা বা কপার (Copper)—ইহার রং লাল ও উজ্জ্বল। কিন্তু জলীয় বায়ুর অক্সিজেনে শীঘ্র জারিত (Oxidised) হয় বলিয়া উপরিভাগ মলিন দেখায়। শুদ্ধ অবস্থায় তামা নরম থাকে। তামার প্রধান প্রধান বৈশিষ্ট্য হইতেছে (১) উচ্চ তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহন ক্ষমতা (High conducting capacity)। (২) অত্যধিক ঘাত-সহতা (Malleability) অর্থাৎ ঘাত সহিবার ক্ষমতা (৩) ক্ষয়-রোধক ক্ষমতা। তামাকে উত্তপ্ত করিয়া জলে ডুবাইলে ষ্টীলের বিপরীতভাবে উহা নরম হয়। ইহাকে ঢালাই করা চলে। তবে বিশুদ্ধ তামা ঘারা ঢালাই ভাল হয় না, এই জন্য ঢালাই-এর কাজে তামার সহিত অল্প পরিমাণ ফস্ফরাস মিশাইয়া লওয়া হয়।

সর্বাংশে ভাল যে তামা বাজারে পাওয়া যায় তাহাতে গড়ে শতকরা 99.55 ভাগ তামা, 0.01 ভাগ নিকেল, 0.026 ভাগ আর্সেনিক, 0.08 ভাগ সীসা (Lead), 0.004 ভাগ বিস্মাথ থাকে।

ঢালাই তামার টেনসাইল স্ট্রেস 8 হইতে 12 টন প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে। ফোর্জ করা তামার টেনসাইল স্ট্রেস 15 টন প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে।

তামা 1950° ফারেনহাইট তাপে গলে। জল অপেক্ষা 8.82 গুণ ভারী এবং ইহার এক ঘন ইঞ্চি আয়তনের ওজন প্রায় 0.32 পাউণ্ড।

ইলেকট্রিকতার, বয়লারের ফায়ার টিউব, স্টে (Stay), ষ্টাম এবং জলের পাইপ, পাত ইত্যাদিতে এবং ব্রাস (Brass), ব্রোঞ্জ (Bronze) তৈয়ারি করিতে প্রচুর পরিমাণে তামা ব্যবহৃত হয়।

সীসা বা লেড (Lead)—ইহা দেখিতে নীল আভাযুক্ত ধূসর রং-এর এবং উজ্জ্বল। ইহার উপরিভাগ জলীয় বায়ুর সংস্পর্শে জারিত (Oxidised) হইয়া যায় বলিয়া মলিন দেখায়। সীসা খুব নরম এবং ভারী। ইহার ঘাত-সহতা (Malleability) খুব বেশী এবং ইহাকে রোলিং করিয়া পাত (Sheet) বা পাইপ করা যায়। ইহার টেনসাইল স্ট্রেস প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে মাত্র 1.5 টন হওয়াতে ইহাকে টানিয়া (Draw) তার করা যায় না। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific Gravity) 11.37 এবং এক ঘন ইঞ্চি আয়তনের ওজন প্রায় 0.41 পাউণ্ড। ইহার গলন তাপমাত্রা প্রায় 620° ফারেনহাইট। সফট

সোল্ডার (Soft Solder), ব্রোঞ্জ (Bronze), বিয়ারিং মেটাল (Bearing Metal) ইত্যাদি বিভিন্ন মিশ্র-ধাতু তৈয়ারি করিতে সীসা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সালফিউরিক অ্যাসিডের পাত্র, পাইপ, ব্যাটারির প্লেট, বন্দুকের গুলি, ছাপাখানার অক্ষর প্রভৃতিতেও ইহা ব্যবহৃত হয়।

অ্যালুমিনিয়াম (Aluminium)—ইহার বর্ণ উজ্জ্বল এবং নীল আভাযুক্ত সাদা। সাধারণ সকল ধাতুর মধ্যে ইহা সর্বাপেক্ষা হালকা। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ২.৭১ এবং এক ঘন ইঞ্চি আয়তনের ওজন ০.০৭ পাউণ্ড। শুদ্ধ অবস্থায় ইহা অত্যন্ত নরম বলিয়া, ইহাকে ব্যবহারোপযোগী করিবার জন্য ইহার সহিত অল্প পরিমাণ অক্সিজেন ধাতু মিশান হয়। অ্যালুমিনিয়াম প্রায় ১২০০° ফারেনহাইট তাপ মাত্রায় গলে। খুব ভালভাবে গলে বলিয়া ইহা দ্বারা খুব ভালভাবে ঢালাই করা যায়। ইহার ঘাত-সহতা ভাল অর্থাৎ ইহাকে পিটাইয়া সহজে বিস্তৃত করা যায়। ইহাকে রোলিং, ফোর্জিং ও ড্রয়িং করা চলে। তবে এই সকল কাজের সময় অ্যালুমিনিয়াম অপেক্ষাকৃত শক্ত হইয়া যায় বলিয়া ইহাকে বার বার অ্যানিল (Anneal) করিতে হয়।

অ্যান্টিমনি (Antimony)—ইহার বর্ণ সাদা এবং ১১৫০° ফারেনহাইট তাপে ইহা গলিয়া যায়। ইহা ভীষণ ভঙ্গুর এবং ঘর্ষণ প্রতিরোধক ধাতুকে শক্ত করিতে (Hardened) ইহা ব্যবহৃত হয়।

বিস্মাথ (Bismuth)—ইহার বর্ণ ধূসরবর্ণ যুক্ত সাদা এবং দেখিতে দানা দানা। ইহা খুব ভঙ্গুর এবং জমিয়া কঠিন হইবার সময় আয়তনে বাড়িয়া যায়। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ৭.৮ এবং ৫২০° ফারেনহাইট তাপে গলে।

নিকেল (Nickel)—নিকেলের বর্ণ খুব উজ্জ্বল এবং হরিদ্রাভ সাদা। ইহার শক্তি (Strength) প্রায় তামার ত্রায় কিন্তু তান্তবতা (Ductility) কম। ইহা তামা অপেক্ষা শক্ত (Harder)। ইহার মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ সহজে প্রবাহিত হয়। নিকেলকে চুষকে পরিণত করা যায়। ইহা প্রায় ২৬০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় গলে। ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ৮.৭। ঠাণ্ডা হইবার সময় গ্যাস নির্গত হয় বলিয়া শুদ্ধ অবস্থায় ইহা দ্বারা ঢালাই করা যায় না। বিভিন্ন অ্যালয় ষ্টিলে এবং জার্মান সিলভার (German Silver) প্রভৃতি তৈয়ারি করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

টিন (Tin)—বাংলা নাম রান্ন। ইহার বর্ণ উজ্জ্বল এবং হরিদ্রা আভাযুক্ত সাদা। ইহা খুব নরম কিন্তু সীসা অপেক্ষা শক্ত। ইহার ঘাত-সহতা

(Malleability) ভাল, ফলে, পিটাইয়া পাত করা যায়। উত্তপ্ত অবস্থায় ইহা ভঙ্গুর। ইহার টেনসাইল স্ট্রেস কম বলিয়া ইহাকে টানিয়া (Draw) তার করা যায় না। ইহা 440° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় গলে এবং জল অপেক্ষা 7.41 গুণ ভারী। ইহার এক ঘন ইঞ্চি আয়তনের ওজন 0.268 পাউণ্ড। রট আয়রণ কিংবা স্টীলের পাতলা পাতের উপর টিনের প্রলেপ দিয়া শীট টিন (Sheet tin) এবং টিন-প্লেট (Tin plate) তৈয়ারি করিতে ইহা যথেষ্ট ব্যবহৃত হয়। সফট সোল্ডার, ব্রোঞ্জ ইত্যাদিতেও টিন ব্যবহৃত হয়।

দস্তা বা জিঙ্ক (Zinc)—ইহার বর্ণ উজ্জল এবং ধূসর বর্ণ যুক্ত সাদা। ইহা সীসা এবং টিন অপেক্ষা শক্ত। বাজারে যে জিঙ্ক পাওয়া যায় উহাকে ‘স্পেলটার’ বলে। অল্প তাপে এবং 420° ফারেনহাইট তাপমাত্রার উপরে জিঙ্ক ভঙ্গুর বলিয়া ঐ অবস্থায় জিঙ্কের পাত করা সম্ভব নয়। 212° থেকে 300° ফারেনহাইট তাপমাত্রার মধ্যে জিঙ্কের পাত করা যায়। ইহা 780° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় গলে এবং জল অপেক্ষা 7.2 গুণ ভারী। ইহার প্রতি ঘন ইঞ্চির ওজন প্রায় 0.26 পাউণ্ড। গ্যালভানাইজিং করিতে, ঝালাইয়ের কাজের জন্ত, জিঙ্ক ক্লোরাইড সলিউশন করিতে, ব্রাস, গানমেটাল, প্রভৃতি মিশ্রধাতু করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

অ-লৌহ মিশ্রধাতু

(Non-Ferrous Alloy)

পিতল বা ব্রাস (Brass)—ইহা তামা এবং দস্তার (Zinc) মিশ্র-ধাতু। ব্রাসে শতকরা 70 ভাগ তামা এবং 30 ভাগ দস্তা থেকে 60 ভাগ তামা ও 40 ভাগ দস্তা থাকে। সাধারণ কাজের জন্ত যে ব্রাস ব্যবহার করা হয়, তাহাতে প্রায় দুই ভাগ (শতকরা 67 ভাগ) তামা এবং এক ভাগ (শতকরা 33 ভাগ) দস্তা থাকে। ইহা দেখিতে উজ্জল এবং হরিদ্রাবর্ণ। ব্রাসের সহিত অল্প পরিমাণ সীসা মিশান থাকিলে মেসিনিং করিতে সুবিধা হয়। ব্রাস দ্বারা উৎকৃষ্ট ঢালাই করা যায়। তামা এবং দস্তার হার

অনুসারে ইহা 1700° হইতে 1900° ফারেনহাইট তাপমাত্রার মধ্যে গলে। জল অপেক্ষা 8.45 গুণ ভারী এবং ইহার এক ঘন ইঞ্চি আয়তনের ওজন প্রায় 0.305 পাউণ্ড।

60 ভাগ তামা এবং 40 ভাগ দস্তা মিশাইয়া যে ব্রাস তৈয়ারী হয়, তাহাকে ‘মাজ্জ মেটাল’ (Muniz Metal) বলে। ইহা সাধারণ ব্রাস অপেক্ষা অনেক শক্ত। মাজ্জ মেটালের মধ্যে শতকরা 1 ভাগ টিন মিশাইলে উহা সমুদ্রের লবণাক্ত জল দ্বারা আক্রান্ত হয় না এবং উহা ‘নেভাল ব্রাস’ নামে পরিচিত। ইহা দ্বারা জাহাজের পাম্প-র‍্যাম, ভালভ স্পিণ্ডল ইত্যাদি নির্মিত হয়।

ব্রোঞ্জ (Bronze)—ইহা তামা এবং টিনের মিশ্র-ধাতু। সাধারণতঃ শতকরা প্রায় 80 হইতে 90 ভাগ তামার সহিত 20 হইতে 10 ভাগ টিন মিশাইয়া ইহা তৈয়ারী হয়। ক্ষেত্র বিশেষে অল্প সীসা বা দস্তা মিশান হয়। সীসা মিশাইলে ধাতু অপেক্ষাকৃত মৃদু হয় আর দস্তা মিশাইলে গলিত অবস্থায় উহা খুব তরল হয়। ব্রোঞ্জ, ব্রাস অপেক্ষা শক্ত এবং দেখিতে লাল আভাযুক্ত হরিদ্রাবর্ণ। শতকরা 80 ভাগ তামার সহিত শতকরা 20 ভাগ টিন মিশাইয়া যে ব্রোঞ্জ তৈয়ারী হয় উহা ‘বেল মেটাল’ (Bell Metal) বা কঁাসা নামে পরিচিত।

কঁাসার দ্বারা বাসন পত্র, ঘণ্টা প্রভৃতি তৈয়ারী হয়। ইহা সহজে ভাঙ্গিয়া যায়। ব্রোঞ্জ প্রায় 1970° ফারেনহাইটে গলে এবং জল অপেক্ষা 8.56 গুণ ভারী। এক ঘন ইঞ্চি আয়তনের ওজন প্রায় 0.31 পাউণ্ড।

গান মেটাল (Gun Metal)—শতকরা 88 ভাগ তামা, 10 ভাগ টিন এবং 2 ভাগ দস্তা মিশাইয়া যে ব্রোঞ্জ তৈয়ারী হয় তাহাকে ‘গান মেটাল’ বলে। সমুদ্রের লবণাক্ত জল দ্বারা আক্রান্ত হয় না বলিয়া ইহা দ্বারা জাহাজের বিভিন্ন অংশ তৈয়ারী হয়। ইহা খুব শক্ত।

মেশিনের বিয়ারিং-এর জগ্জ যে গান মেটাল তৈয়ারী হয় তাহাতে অল্প পরিমাণ সীসা থাকে।

ফস্ফর ব্রোঞ্জ (Phosphor Bronze)—ইহা ফস্ফরাস মিশ্রিত এক বিশেষ শ্রেণীর ব্রোঞ্জ। চালাই কাজের উপযুক্ত ফস্ফরাস ব্রোঞ্জে তামা থাকে শতকরা 90 থেকে 92 ভাগ, টিন 7.4 থেকে 9.7 ভাগ এবং ফস্ফরাস 0.3 থেকে 0.6 ভাগ। এই প্রকার ফস্ফরাস ব্রোঞ্জের প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে টেনসাইল স্ট্রেস 17 টন।

রড, পাত (Sheet), তার প্রভৃতি নির্মাণে যে ফস্ফরাস ব্রোঞ্জ ব্যবহৃত হয় তাহাতে শতকরা 94.5 থেকে 97.5 ভাগ তামা, 0.10 থেকে 0.25 ভাগ ফস্ফরাস ও বাকীটা টিন থাকে।

বিয়ারিং নির্মাণের উদ্দেশ্যে যে ফস্ফরাস ব্রোঞ্জ তৈয়ারী হয় তাহাতে শতকরা 0.8 থেকে 1.00 ভাগ ফস্ফরাস থাকে।

গানমেটাল হইতে ফস্ফরাস ব্রোঞ্জ অনেক শক্ত ও শক্তি সম্পন্ন। আকস্মিক কম্পন সহ্য করার পক্ষে ইহা বিশেষ উপযোগী। রোলিং মিলের বিয়ারিং, রেলগাড়ীর এক্সেল, মোটর গাড়ীর ক্রাঙ্ক শাফট, জাহাজের প্রপেলার ব্রেড প্রভৃতি তৈয়ারি করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

ইম্পাতের তাপ-শোধন

(Heat Treatment of Steel)

সংজ্ঞা—গাঠনিক ব্যবস্থার পরিবর্তনের উদ্দেশ্যে কোন ধাতু বা ধাতু সংকরকে (Alloy) কঠিন অবস্থায় এক বিশেষ তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া ধীরে ধীরে বা হঠাৎ ঠাণ্ডা করার প্রণালীকে ‘তাপ-শোধন’ বলে।

তাপ-শোধনে ষ্টীল যেরূপ সাড়া দেয়, আর কোন ধাতুই সেরূপ সাড়া দেয় না। সময় সময় অ-লৌহজাত ধাতুও তাপ-শোধনে অন্তর্বিস্তার সাড়া দেয়। যেমন, ঠাণ্ডা অবস্থায় কাজ করিবার সময় (cold working) ব্রোঞ্জ বা তামা শক্ত হইয়া যায়। উহাকে গরম করিয়া যে কোন হারে ঠাণ্ডা করিলেই উহা নরম হইয়া যায়। কিন্তু অপরপক্ষে তাপ-শোধনে ষ্টীল কিরূপ সাড়া দিবে তাহা ঠাণ্ডা করিবার হারের উপর নির্ভরশীল। ‘আপার ক্রিটিক্যাল পয়েন্টের’ উর্ধ্বে উত্তপ্ত করিয়া ষ্টীলকে দ্রুত ঠাণ্ডা করিলে উহা শক্ত হইবে আর ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা করিলে উহা নরম হইবে।

বহু প্রকার উদ্দেশ্যে ষ্টীলের ‘তাপ-শোধন’ করা হয়। এখানে কেবল মাত্র (1) হার্ডনিং (2) টেম্পারিং (3) অ্যানিলিং ও (4) কেস হার্ডনিং সম্বন্ধে আলোচনা করা হইবে।

হার্ডনিং (Hardening)—ষ্টীলের বস্তুর হার্ডনেস এবং টেনসাইল স্ট্রেঞ্চ বাড়াইতে, ডাকটিলিটি কমাইতে এবং ষ্টীলের দানা মিহি করিবার উদ্দেশ্যে ষ্টীলের বস্তুকে প্রথমে উত্তপ্ত ও পরে ঠাণ্ডা করিবার পদ্ধতিকে ‘হার্ডনিং’

বলে। এই পদ্ধতিতে ষ্টীলের বস্তুটিকে 'আপার ক্রিটিক্যাল পয়েন্টের' (কারবন ষ্টীলের ক্ষেত্রে 750°C থেকে 780°C মধ্যে এবং হাই স্পীড ষ্টীলের 1250°C — 1320°C) উর্ধ্বে উত্তপ্ত করিয়া বস্তুটিকে ষ্টীল অনুযায়ী তৈলে, জলে বা শতকরা 9 ভাগ লবণ বিশিষ্ট লবণ জলে (Braine) কোয়েঞ্চ (Quench) করিয়া অর্থাৎ ডুবাইয়া দ্রুত ঠাণ্ডা করিতে হয়। ষ্টীলকে উত্তপ্ত করিতে থাকিলে ষ্টীলের অভ্যন্তরস্থ লৌহ এবং কারবনের রাসায়নিক ও গাঠনিক পরিবর্তন হইতে থাকে। যে তাপমাত্রার সীমার মধ্যে সর্বাধিক আকাজিক পরিবর্তন পাওয়া যায়, তাহাকে 'ক্রিটিক্যাল রেঞ্জ' বলে। ক্রিটিক্যাল রেঞ্জের সর্বোচ্চ তাপমাত্রাকে আপার ক্রিটিক্যাল পয়েন্ট ও সর্দনিয় তাপমাত্রাকে লোয়ার ক্রিটিক্যাল পয়েন্ট বলে।

টেম্পারিং (Tempering)—যে পদ্ধতি দ্বারা ষ্টীলের হার্ডনেস এবং টেনস কমাইয়া টাফনেস বাডান হয়, তাহাকে টেম্পারিং বলে। হার্ডনিং করিলে ষ্টীলটি খুব শক্ত হয় বটে কিন্তু সঙ্গে সঙ্গে ভঙ্গুরও হয়। ষ্টীলের টাফনেস কিছু না থাকিলে তদ্বারা কোন কিছু তৈরি করা যায় না। প্রয়োজন অনুযায়ী ষ্টীলের টাফনেস পাইবার জন্ত টেম্পারিং করা হয়। ইহার ফলে অবশ্য টুলের হার্ডনেস কিছু কমিয়া যায়। টেম্পারিং দ্বারা যতদূর সম্ভব ষ্টীলের টাফনেস এবং হার্ডনেসের মধ্যে একটা সামঞ্জস্য করা হয়। এই পদ্ধতিতে হার্ডনিং করা ষ্টীলের বস্তুকে পুনরায় উত্তপ্ত করা হয় এবং কোয়েঞ্চ (Quench) করিয়া বা বাতাসে দ্রুত ঠাণ্ডা করা হয়। টেম্পারিংকে বাংলায় পান ধরান বলে।

অ্যানিলিং (Annealing)—ষ্টীলের বস্তুকে কঠিন অবস্থায় একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করার পর খুব ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা করিয়া বস্তুটিকে নরম করার পদ্ধতিকে অ্যানিলিং বলে। অ্যানিলিং-এর উদ্দেশ্য হইতেছে—(১) গরম বা ঠাণ্ডা অবস্থায় ষ্টীলের বস্তু লইয়া কাজ করিবার সময় বস্তুটি শক্ত হইয়া যাইলে তাহা যাহাতে সহজে কাটা যায় তজ্জন্ত বস্তুটিকে নরম করা। (২) হার্ডনিং করা বস্তুটিকে নরম করার প্রয়োজন হইলে, বস্তুটিকে নরম করা। (৩) ঢালাই করিবার সময়, মেশিনে কাটিবার সময় বা অথ কোন সময় ধাতুর মধ্যে যে বিকৃতি (Stress) ঘটে তাহা দূর করা। (৪) বস্তুটির প্রসার্যতা (Ductility) বাডান।

প্লেন কারবন ষ্টীল 700°C থেকে 755°C মধ্যে অ্যানিলিং করা হয়।

কেস হার্ডনিং (Case Hardening)—কেস হার্ডনিং হইতেছে এক প্রকার পদ্ধতি যাহারা কেবলমাত্র বাহিরের পৃষ্ঠ (Case) হার্ডনিং অর্থাৎ শক্ত করা হয়। লো-কারবন ষ্টীলকে সাধারণ হার্ডনিং পদ্ধতিতে শক্ত করা যায় না। লো-কারবন ষ্টীলের বাহিরেয় পৃষ্ঠে সামান্য কারবন যোগ করিয়া ইহার বাহিরের পৃষ্ঠ শক্ত করা হয়, কিন্তু ভিতরের অংশ তখনও নরম থাকে।

কেস হার্ডনিং নানাভাবে করা যায়। শিল্পে মাইল্ড ষ্টীলের বস্তুকে 780° সেণ্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করিয়া তাহার উপর একটুকরা পটাসিয়াম সাইনাইড দেওয়া হয়। সাইনাইড গলিয়া যাইয়া সমস্ত বস্তুটির উপর ছড়াইয়া পড়ে। তখন বস্তুটিকে জলে ডুবাইয়া ঠাণ্ডা করা হয়। ইহার ফলে বস্তুটির উপরি-ভাগের একটি ছাল (Case) শক্ত হইয়া যায়। এই পদ্ধতিতে কেস হার্ডনিং করাকে **সায়নাইডিং (Cyaniding)** বলে।

কেস হার্ডনিং করিবার অল্প যে পদ্ধতি প্রচলিত, তাহাকে **কারবুরাইজিং (Carburizing)** বলে। ইহা নিম্নলিখিত তিন প্রকারে করা যাইতে পারে—
(১) প্যাক পদ্ধতি (Pack method) (২) গ্যাস পদ্ধতি (Gas method)
(৩) তরল লবণ পদ্ধতি (Liquid salt method)

প্যাকপদ্ধতি (Pack Method)—এই পদ্ধতিতে একটি বাঁক্লের মধ্যে মাইল্ড ষ্টীলের বস্তু রাখিয়া বাঁক্লটি হাড়ের গুঁড়া এবং চামড়ার গুঁড়া অথবা কাঠকয়লা অথবা কারবন পর্যাপ্ত পরিমাণে আছে একপ কোন বস্তু দ্বারা বাঁক্লটি পূর্ণ করিতে হয়। তারপর বাঁক্লটি ধীরে ধীরে 900°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া ঐ তাপমাত্রায় কিছুক্ষণ রাখিতে হয়। তারপর বাঁক্লটি ঠাণ্ডা করিয়া বস্তুটি বাহির করিয়া লইলে বস্তুটির বহিঃপৃষ্ঠের একটি পাতলা আবরণ শক্ত হইয়া যায়। ভালভাবে কেস হার্ডনিং করিবার জন্য সময় সময় ইহার পর বস্তুটিকে পুনরায় গরম করিয়া তেলে ডুবাইয়া (Quench) শক্ত করা হয়।

গ্যাস পদ্ধতি—এই পদ্ধতিতে মাইল্ড ষ্টীলের বস্তুটি হাইড্রোকারবন গ্যাসের মধ্যে রাখিয়া উত্তপ্ত করা হয়।

তরল লবণ পদ্ধতি—এই পদ্ধতিতে মাইল্ড ষ্টীলের বস্তুটি গরম লবণের মধ্যে কিছুক্ষণ চুবাইয়া কেস হার্ডনিং করা হয়।

বিভিন্ন প্রকার কার্বন ষ্টীলের টেম্পারিং

তাপমাত্রা °C	বর্ণ	বাটালির ব্যবহার
180-200	হালকা খড় (Light straw)	তীক্ষ্ণ ধারবিশিষ্ট যন্ত্র, যেমন—এন্-গ্রোভিং করিবার যন্ত্র।
200-220	খড় (Straw)	লেদার বাটালি, হালকা কাজের ডাই প্রভৃতি যাহা বেশ শক্ত হওয়ার দরকার।
220-230	গাঢ় খড় (Dark straw)	ব্র্যাঙ্কিং এবং পিয়র্সিং বেড, যে সকল পাক্ষ যথেষ্ট হার্ড এবং টাফ হওয়া দরকার, স্প্রিং কলেট, ব্রাসে থ্রেড কাটা ডাই, প্লেইনিং ও সেপিং মেশিনের বাটালি প্রভৃতি।
240-260	সোনালী হলুদে (Golden yellow)	শিয়ার ব্লেড, মিলিং কাটার, ট্যাপ, ডাই, চেজার প্রভৃতি।
260-280	বাদামী থেকে হালকা বেগুনী (Brown to light purple)	ভারী কাজের উপযুক্ত ডাই, ফ্ল্যাট ড্রিল, রিমার প্রভৃতি।
280-290	গাঢ় বেগুনী (Dark purple)	চিজেল, বয়লার নির্মাতাদের বাটালি প্রভৃতি যে সকল বাটালিকে আঘাত সহ্য করিতে হয়, স (saw), স্প্রিং।

হাইস্পীড ষ্টীলের তাপ-শোধন

ষ্টীলের প্রকার	হার্ডনিং তাপমাত্রা °C	টেম্পারিং তাপমাত্রা °C
14% টাঙ্কস্টেন	1250—1300	550—600
18% টাঙ্কস্টেন	1280—1300	550—600
22% টাঙ্কস্টেন	1280—1300	550—600
18% টাঙ্কস্টেন } 5% কোবাল্ট }	1280—1300	550—600
20% টাঙ্কস্টেন } 12-18% কোবাল্ট }	1280—1320	550—620

কাটিং ফ্লুইড (Cutting Fluid)

সংজ্ঞা :—কাটিং ফ্লুইড, যাহা লুব্রিক্যান্ট (Lubricants) বা কুল্যান্ট (Coolants) নামেও পরিচিত, হইতেছে সেই সকল প্রবাহী* পদার্থ যাহা বস্তুর কাটিবার সময় বস্তুতে এবং বাটালিতে প্রয়োগ করিলে বস্তু ভাল কাটে এবং বাটালি দীর্ঘস্থায়ী হয়।

কাটিং ফ্লুইডকে চলতি কথায় অনেক সময় কাটিং অয়েলও বলা হয়, কিন্তু ঠিকভাবে ধরিতে গেলে কাটিং অয়েল বলা উচিত নহে। কারণ যে সমস্ত কাটিং ফ্লুইড বর্তমানে ব্যবহৃত হয় সেগুলি সমস্তই ফ্লুইড (তরল এবং বায়বীয়), সমস্তই অয়েল (তৈল) নহে।

উদ্দেশ্য :—কাটিং ফ্লুইড ব্যবহারের উদ্দেশ্য সকল সংক্ষেপে নিম্নলিখিতভাবে বলা যায়।

1. অত্যধিক গরম হইয়া গিয়া বাটালির হার্ডনেস (Hardness) যাহাতে নষ্ট হইয়া না যায় সেইজন্য বাটালিকে ঠাণ্ডা রাখা। বাটালি যত বেশী গরম হইবে তত শীঘ্র উহার ক্ষয় হয়।

2. মালকে ঠাণ্ডা করা :—মাল বেশী গরম হইয়া যাইলে বিকৃতাকৃতি হইয়া যায়, ফলে মাপ এবং ফিনিস ভাল হয় না।

3. তৈলাক্ত করা :—ফলে (ক) মাল কাটিতে কম শক্তি ব্যয় হয় ;
(খ) বাটালির ঘর্ষণজনিত ক্ষয় কমিয়া বাটালি দীর্ঘস্থায়ী হয় ;
(গ) তৈলাক্ততার দরুন কম তাপ-উৎপন্ন হওয়ায় বাটালি অপেক্ষাকৃত কম তাপে মাল কাটে এবং তাহার ফলেও বাটালি দীর্ঘস্থায়ী হয়।

4. ড্রিল, ট্যাপ, স (Saw) প্রভৃতির ফ্লুট হইতে চিপ্স ধুইয়া বাহির করা, যাহাতে চিপ্স ফ্লুটে আটকাইয়া গিয়া এই সকল টুলস ভাঙ্গিয়া না যায়।

5. ভাল ফিনিস করা।

গুণাবলী :—কাটিং ফ্লুইড ব্যবহারের উপরিউক্ত উদ্দেশ্য সকল কার্যকর করিতে হইলে নিম্নলিখিত গুণাবলী থাকা প্রয়োজন।

1. অত্যধিক তাপ শোষণ করিবার ক্ষমতা। আপেক্ষিক তাপ

*প্রবাহী—তরল ও বায়বীয় পদার্থ সহজেই প্রবাহিত হয় বলিয়া উহাদের একত্রে প্রবাহী (Fluid) নামে অভিহিত করা হয়।

(Specific Heat) * অপেক্ষা- [ইহার তাপ পরিবাহিতা** (Thermal Conductivity) ও তাপ শোষণ করিবার ক্ষমতা অধিক প্রয়োজনীয় ।

২. তৈলাক্ত করিবার ভাল ক্ষমতা, যাহাতে পূর্বোক্ত ৩ নম্বরের উদ্দেশ্য সকল ফলপ্রসূ হয় ।

৩. উচ্চ প্রজ্জ্বলন তাপ (High Ignition Point) যাহাতে সহজে আগুন ধরিয় না যায় ।

৪. স্থায়ীত্ব, যাহাতে বাতাসে জারিত † (Oxidised) হইয়া গিয়া মেনিনের উপর আঠাল পদার্থ না জমে । সাধারণতঃ যে তাপে কাজ করা হয় সেই তাপে যেন ইহা হইতে কঠিন পদার্থ আলাদা হইয়া না যায় ।

৫. গরম অবস্থা বা কিছুদিনের ব্যবহারের ফলে তুর্গন্ধ না হয় ।

৬. মেনিন-চালকের পক্ষে ক্ষতিকর না হয় । ইহা যেন কোন প্রকারের রোগজীবাণু বহন না করে । চোখে বা কোন ক্ষতে লাগিলে ক্ষতি না হয় ।

৭. মেনিনের বিয়ারিং-এর পক্ষে ক্ষতিকারক না হয় ।

৮. মালকে বা মেনিনকে ক্ষয় না করে ।

৯. স্বচ্ছতা, যাহাতে মাল কাটিবার সময় মালটিকে দেখিতে অস্ববিধা না হয় ।

১০. আঠাল না হয় (Low viscosity), যাহাতে সহজে গড়াইয়া কাটিং ফুইড রাখিবার টাকে ফিরিয়া যাইতে পারে ।

১১. দাম অল্প এবং সহজ লভ্য ।

শ্রেণী বিভাগ—প্রথম দৃষ্টিতে কাটিং ফুইডের শ্রেণী বিভাগ করা অস্ববিধা-

*আপেক্ষিক তাপ :—কোন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ বলিতে একক ভরের জলকে এক ডিগ্রী উষ্ণ করিতে যে পরিমাণ তাপ লাগে তাহার কতগুণ তাপ প্রদত্ত পদার্থের একক ভরকে (unit quantity) এক ডিগ্রী উষ্ণ করিতে লাগে, তাহা বুঝায় । ইহাকে অঙ্কে নিম্নরূপে লেখা যায়—

আপেক্ষিক তাপ = $\frac{\text{আলোচ্যমান পদার্থের একক ভরকে } 1^\circ \text{ উষ্ণ করিতে যে তাপ লাগে}}{\text{একক ভরের জলকে এক ডিগ্রী উষ্ণ করিতে যে তাপ লাগে}}$

**তাপ পরিবাহিতা :—কোন পদার্থের একক দৈর্ঘ্যের বাহুবিশিষ্ট একটি ঘনকে (Cube) লইয়া যদি তাহার দুই বিপরীত তলকে এক ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার ব্যবধানে রাখা যায় তাহা হইলে প্রতি সেকেন্ডে উহার মধ্য দিয়া যে পরিমাণ তাপ পরিবাহিত হইবে তাহাই ঐ পদার্থের তাপ পরিবাহিতা (Thermal Conductivity)

† যে পদার্থে সহিত জলধেন দ্রুত হয়, তাহা জারিত (Oxidised) হইয়াছে বলা হয় ।

জনক মনে হইলেও বাজারে যে সমস্ত কাটিং ফুইডের ব্যবহার হয় তাহাদের মোটামুটিভাবে নিম্নলিখিত শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়।

১. শুষ্ক বা জোর বাতাল প্রবাহ করানো হয়।

২. জল—কাঁচা জল অথবা ক্ষার (Alkali), লবণ (Salt) বা জলে দ্রবণীয় এডিটিভ (Water soluble additive) মিশ্রিত জল, কিন্তু তৈল বা সাবান একদম থাকিবে না, আর যদি থাকে তাহা হইলে তাহা খুব অল্প পরিমাণে।

৩. তৈল (Oils)—(ক) খনিজ তৈল (Mineral Oil), যেমন কেরোসিন প্রভৃতি পেট্রোলজাত তৈল। (খ) ফিক্সড (Fixed) বা ফ্যাটি অয়েল (Fatty Oil)। ইহা আবার দুই প্রকারের, যেমন :—

(i) **প্রাণিজাত** :—জীবজন্তু, মাছ প্রভৃতির, যেমন—খুরের চর্বিজাত তৈল (Lard oil), তিমির তৈল (whale oil) প্রভৃতি। তৈলাক্ততা ও মালে লাগিয়া থাকিবার উচ্চ ক্ষমতার জন্য লার্ড অয়েল বহুদিন যাবৎ খেঁড় কাটিতে ও ট্যাপ দিতে ব্যবহৃত হইয়াছে। বর্তমানে ইহা কাটিং ফুইডে অন্যান্য পদার্থের সহিত মিশ্রিত হইয়া জলে দ্রব তৈল (Soluble oil) এবং সালফিউরাইজড তৈলের (Sulphurized oil) বেস (Base) হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

দুর্গন্ধের জন্য মাছের তৈল সাধারণতঃ কাটিং ফুইড হিসাবে ব্যবহৃত হয় না।

(ii) **উদ্ভিদজাত (Vegetable)** :—যেমন—রেড়ির (Castor), জলপাই (Olive), তুলাবীজ, সোয়াবীন, টার্পেন্টাইন, রজন প্রভৃতির তৈল। উদ্ভিদজাত তৈল শুকাইতে দেরী হয় বলিয়া (যাহা কাটিং ফুইডের পক্ষে বিশেষ প্রয়োজনীয়) ইহাদের কাটিং ফুইডে মিশ্রিত করা হইয়া থাকে।

৪. **মিশ্রিত তৈল (Mixed oil)** :—উপরিউক্ত তৈল সকলের সংমিশ্রণে প্রস্তুত। ইহা দ্বারা খনিজ তৈলের সহিত শতকরা ৫ হইতে ৫০ ভাগ লার্ড অয়েল, এবং সময় বিশেষে ইহাতে আবার শতকরা ১ হইতে ৬ ভাগ ফ্রী-ফ্যাটি এসিড (Free Fatty Acid), যেমন Oleic, মিশ্রিত করিয়া যে মিশ্রিত কাটিং ফুইড তৈয়ারী হয় তাহা অত্যন্ত সফলতার সহিত টাংগ করিতে, ড্রিল দিতে, রিমার ও ট্যাপ চালাইতে এবং স্টীল, রট-আয়রন, ব্রাস, ব্রোঞ্জ, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতুতে খেঁড় কাটিতে ব্যবহৃত হয়।

জু-কাটিং মেনিন এবং গিয়ায়-কাটিং মেনিনে ফিনিস কোপে ইহা ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

৫. **সালফিউরাইজড বা ক্লোরিনেটেড অয়েল** (Sulphurized or Chlorinated Oil):—৩ এবং ৪-এ উল্লিখিত তৈল সকলের সহিত সাল্ফার, ক্লোরিন, ফস্ফরাস প্রভৃতি মিশ্রিত করিয়া তৈয়ারি করা হয়। ক্ষত উৎপাদনের সময় যখন ভাল ফিনিস এবং নিখুঁত মাপের প্রয়োজন হয় তখন এই প্রকারের কাটিং ফ্লুইড প্রায় সব ক্ষেত্রেই ব্যবহার করা চলে।

৬. **ইমাল্শন** (Emulsion):—এক ভাগ জল এবং চার হইতে আটভাগ জলে দ্রবণীয় তৈলের সংমিশ্রণে প্রস্তুত। বর্তমানে ব্যবহৃত কাটিং ফ্লুইডের মধ্যে ইহাই সর্বাধিক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। সকল প্রকারের স্টীল, অ্যালুমিনিয়াম অ্যালয়, ম্যালিয়েবল কাষ্ট-আয়রণ প্রভৃতি কাটিতে ও গ্রাইন্ডিং করিতে ইহা খুব ফলপ্রসূ।

কাটিং ফ্লুইডের ব্যবহার

১. **অ্যালুমিনিয়াম**:—শুক কাটা যায়, কিন্তু কেরোসিন তৈল ব্যবহার করিলে ফিনিস অনেক ভাল এবং বাটালি দীর্ঘস্থায়ী হয়।

২. **ব্রাস** (খিতল):—যদিও ব্রাস শুক কাটা যায় তথাপি প্যারাকিন, হাক্স থনিজ তৈল বা হাক্স থনিজ তৈলের সহিত শতকরা ১০ ভাগ ফ্যাটি এসিড মিশাইয়া ব্যবহার করিলে ফল ভাল পাওয়া যায়। ব্রোঞ্জ এবং তাম্র প্রায়ই থনিজ তৈল ও লার্ড অয়েল মিশাইয়া কাটা হয়।

৩. **কাষ্ট আয়রণ**:—ইহা সাধারণতঃ শুক কাটা হয়। কেননা তৈল ও জলের ইমাল্শন দ্বারা কাটিলেও কাষ্ট আয়রণের চিপ্‌স ডেলা পাকাইয়া যায়। তাহার ফলে কাটিতে অসুবিধা হয়। যদি বাটালিতে চিপ্‌স ভাঙ্গিয়া দিবার ব্যবস্থা থাকে, তাহা হইলে তৈল জলের ইমাল্শন ব্যবহার করা উচিত। ইহাতে বাটালি অনেক বেশী দীর্ঘস্থায়ী হয়। গ্রাইন্ডিং করিবার সময় সাধারণতঃ জলের কম্পাউণ্ড বা পাতলা ইমাল্শন ব্যবহার করা হয়। টাপ করিবার সময় ইমাল্শন ব্যবহার করা চলে, কিন্তু সালফিউরাইজড অয়েল বা **হোয়াইট লেড-এ** আরো ভাল ফল পাওয়া যায়।

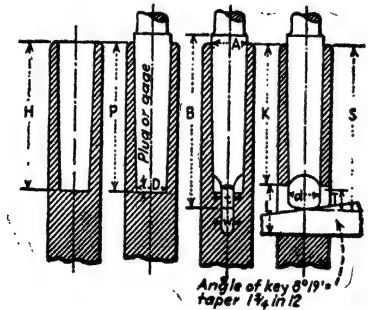
৪. **ম্যাগনেসিয়াম ও ইহার অ্যালয়**:—যখন শুক কাটা প্রয়োজন সেই সময় ১ পাতলা থনিজ তৈল—বেমন্, থনিজ সীল তৈল দ্বারা কাটা

হয়। জলের ইমাল্শন কোন সময়েই ব্যবহার করা উচিত নয়, কারণ ইহাতে যে কোন সময় ভীষণ আগুন লাগিয়া যাইবার ভয় থাকে। যদি হঠাৎ আগুন লাগিয়া যায় তাহা নিভাইবার জন্য গুঁড়া অ্যাক্সবেষ্টস, গ্রাফাইট বা কাষ্ট আয়রণ হাতের কাছে রাখা উচিত। G-1 নামে পরিচিত একপ্রকার অগ্নিনির্বাপক পাউডার বাজারে পাওয়া যায়। বাটলি খুব বেশী ফীডে কাটা উচিত, কারণ মোটা চিপস জলিতে দেবী হয়। মেশিনে বেশী চিপস জমিতে দেওয়া উচিত নহে।

5. স্টীল :—কোল্ড ফিনিসড বার হাক্সা খনিজ তৈল, মিনারেল লার্ড অয়েল (খনিজ তৈলের সহিত লার্ড অয়েলের সংমিশ্রণে প্রস্তুত) বা সালফিউরাইজড মিনারেল অয়েলে ভাল কাটে। জলের ইমাল্শন দ্বারা কাটিং ভাল কাটে এবং খরচও কম পড়ে। থ্রেড কাটিতে, ড্রিল করিতে, ব্রোচিং করিতে বা এই প্রকারের কাজ, যাহা কম স্পীডে কাটিতে হয়, কাটিবার সময় লুব্রিকেটিং অয়েল যেমন—মিশ্রিত তৈল বা সালফিউরাইজড অয়েল ব্যবহার করিতে হয়।

6. দস্তা (Zinc) :—সাধারণতঃ জলের ইমাল্শনে কাটা হয়। কাটার পর মালটিকে প্রথমে কোন ক্ষার পরিষ্কারকের দ্বারা ধুইয়া লইয়া তাহার পর গরম এবং ঠাণ্ডা জলে ধুইয়া শুকাইয়া লইতে হয়।

মোস' এবং ব্রাউন এণ্ড সার্প টেপার



(পরের পৃষ্ঠার তালিকা দ্রষ্টব্য)

মোস' ষ্ট্যাণ্ডার্ড
(প্রতিটি মাপ
(পূর্ব পৃষ্ঠা)

টেপার নম্বর	প্রাগের মুখের মাপ	সকেটের মুখের মাপ	শ্রাঙ্ক		সকেটের হোলের গভীরতা	ষ্ট্যাণ্ডার্ড প্রাগের গভীরতা
			সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য	সকেটের অভ্যন্তর অংশের দৈর্ঘ্য		
	D	A	B	S	H	P
0	0'252	0'356	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$2\frac{1}{8}$	2
1	0'369	0'475	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{8}$
2	0'572	0'700	$3\frac{1}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{3}{8}$
3	0'778	0'988	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{8}$
4	1'020	1'281	$4\frac{1}{8}$	$4\frac{5}{8}$	$4\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{8}$
5	1'475	1'748	$6\frac{1}{8}$	$5\frac{7}{8}$	$5\frac{1}{8}$	$5\frac{3}{8}$
6	2'116	2'494	$8\frac{1}{8}$	$8\frac{1}{8}$	$7\frac{3}{8}$	$7\frac{1}{8}$
7	2'750	3'270	$11\frac{1}{8}$	$11\frac{5}{8}$	$10\frac{1}{8}$	10

ব্রাউন এণ্ড

4	0'350	$1\frac{1}{8}$	0'420	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{5}{8}$
5	0'450	$2\frac{1}{8}$	0'539	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$
6	0'500	$2\frac{5}{8}$	0'599	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$
7	0'600	$2\frac{7}{8}$	0'720	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{8}$	3
8	0'750	$3\frac{1}{8}$	0'898	$4\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{8}$
9	0'900	$4\frac{1}{8}$	1'077	5	$4\frac{1}{8}$	$4\frac{3}{8}$
10	1'0446	5	1'260	$5\frac{3}{8}$	$5\frac{3}{8}$	$5\frac{1}{8}$
11	1'250	$5\frac{5}{8}$	1'498	$6\frac{3}{8}$	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{1}{8}$
12	1'500	$7\frac{1}{8}$	1'797	$8\frac{1}{8}$	$7\frac{1}{8}$	$7\frac{1}{8}$

টেপার

ইকিতে)

চিত্র দ্রষ্টব্য)

ট্যাং			চাবির ঘাট		সকেট থেকে	প্রতি ফুটে টেপার	টেপার কোণ (অক্ষের সহিত)
বেধ	দৈর্ঘ্য	ব্যাস	চওড়া	দৈর্ঘ্য	চাবির ঘাটের দূরত্ব		
t	T	d	w	L			
$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$	0'295	0'160	$\frac{9}{16}$	$1\frac{1}{8}$	0'625	1°30'
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	0'343	0'213	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{8}$	0'600	1°26'
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{17}{32}$	0'260	$\frac{7}{8}$	$2\frac{1}{2}$	0'602	1°26'
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	0'322	$1\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{8}$	0'602	1°26'
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{8}$	0'478	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{7}{8}$	0'623	1°29'
$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{31}{32}$	0'635	$1\frac{3}{4}$	$4\frac{1}{8}$	0'630	1°31'
$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	2	0'760	$1\frac{5}{8}$	7	0'626	1°30'
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{5}{8}$	1'135	$2\frac{5}{8}$	$9\frac{1}{2}$	0'626	1°30'

শার্প টেপার

$\frac{7}{8}$	0'320	$\frac{11}{16}$	0'228	$\frac{11}{16}$	$1\frac{1}{4}$	500	1°12'
$\frac{1}{2}$	0'420	$\frac{3}{4}$	0'260	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	"	"
$\frac{3}{8}$	0'460	$\frac{7}{8}$	0'291	$\frac{7}{8}$	$2\frac{1}{2}$	"	"
$\frac{1}{4}$	0'560	$\frac{15}{16}$	0'322	$1\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{4}$	"	"
$\frac{3}{16}$	0'710	$\frac{1}{2}$	0'353	1	$3\frac{1}{4}$	"	"
$\frac{1}{8}$	0'860	$\frac{9}{16}$	0'385	$1\frac{1}{4}$	4	"	"
$\frac{1}{16}$	1'010	$\frac{21}{32}$	0'447	$1\frac{5}{8}$	$4\frac{3}{4}$	5161	1°14'
$\frac{1}{32}$	1'210	$\frac{23}{32}$	0'447	$1\frac{5}{8}$	$5\frac{1}{4}$	500	1°12'
$\frac{1}{64}$	1'460	$\frac{5}{8}$	0'510	$1\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{4}$	"	"



চৌকি এবং গোল মাইন্ড ষ্টীলের বারের ওজন
(Weight of M. S. Square and Round Bar)

বাস বা ফ্ল্যাট হইতে

প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যের ওজন

ফ্ল্যাটের প্রস্থ

W

mm (মি: মি:)	 kg. (কি: গ্রা:)	 kg. (কি: গ্রা:)
5'0	0'20	0'15
5'5	0'24	0'19
6'0	0'28	0'22
7'0	0'38	0'30
8'0	0'50	0'39
9'0	0'64	0'50
10'0	0'78	0'62
11	0'95	0'75
12	1'13	0'89
14	1'54	1'21
16	2'01	1'58
18	2'54	2'00
20	3'14	2'47
22	3'80	2'98
25	4'91	3'85
26	6'15	4'83
32	8'04	6'31
36	10'17	7'99
40	12'56	9'86
45	15'90	12'49
50	19'62	15'41
56	24'62	19'34
63	31'16	24'47
71	39'57	31'08
80	50'24	39'46
90	63'58	49'94
100	78'50	61'66
110	94'98	74'60
125	122'66	98'34
140	153'86	120'84
160	200'96	157'84
180	254'34	199'76
200	314'00	246'62

ইণ্ডিয়ান ষ্ট্যান্ডার্ড জু থ্রেডের মাপ প্রকাশের রীতি (মিলিমিটারে)

একটি জু থ্রেডকে পরিষ্কার রূপে বোঝাইতে হইলে, উহার (১) মাপ এবং (২) টলারেন্স উভয়ই বলা দরকার।

মাপ—বর্তমানে প্রচলিত ইণ্ডিয়ান ষ্ট্যান্ডার্ড মিলিটার জু থ্রেড কি মাপের তাহা বোঝাইবার জন্ত প্রথমে M লিখিয়া তাহার পর ব্যাস এবং পিচ পর পর লিখিতে হয় এবং উহাদের মধ্যে একটি গুণের চিহ্ন (X) বসাইতে হয়। যেখানে পিচ সম্বন্ধে কিছু লেখা থাকে না, সেখানে বুঝিতে হইবে উহা কোর্স থ্রেড বা মোটা গুনো।

টলারেন্স—(ক) টলারেন্স কোর্স শ্রেণীর তাহা নিম্নলিখিতভাবে বোঝান হয়।

7 বলিতে মিহি শ্রেণী (ফাইন গ্রেড) বোঝায়।

8 „ মাঝারি (নর্মাল বা মিডিয়াম) শ্রেণী বোঝায়।

9 „ মোটা (কোর্স) শ্রেণী বোঝায়।

(খ) নিম্নলিখিত অক্ষর দ্বারা টলারেন্সের প্রকৃতি বোঝায়

H বলিতে নাটের থ্রেড বোঝায়।

d „ এলাওয়েন্স সমেত বোল্ট থ্রেড বোঝায়।

h „ এলাওয়েন্স ছাড়া „ „ „

উদাহরণ : (১) একটি 16 মিলিমিটার ব্যাসের বোল্ট কোর্স পিচ এবং নর্মাল (মিডিয়াম) টলারেন্স বিশিষ্ট হইলে এবং থ্রেডে এলাওয়েন্স দেওয়া থাকিলে নিম্নলিখিত ভাবে লেখা হয়—

M 16—8d.

(২) একটি 16 মিলিমিটার মাপের নাট ফাইন থ্রেড এবং ফাইন টলারেন্স বিশিষ্ট হইলে উহা নিম্নলিখিত ভাবে লিখিতে হইবে—

M 16×1.5—7H.



P = Pitch

$$H = 0.866 \, 03 \, P$$

$D = d =$ Major diameter

$$D_1 = d_1 = p = d_2 = H$$

= d - 0.6495 P

ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ড মিলিমিটার খেঁড়

কোর্স (course)		ফাইন (fine)	
মাপ	পিচ	মাপ	পিচ
M 1'6	0'35	M8×1	1
(M 1'8)	0'35	M10×1'25	1'25
M 2	0'4	M12×1'25	1'25
(M 2'2)	0'45	(M14×1'5)	1'5
M 2'5	0'45	M16×1'5	1'5
M 3	0'5	(M18×1'5)	1'5
(M 3'5)	0'6	M20×1'5	1'5
M 4	0'7	(M22×1'5)	1'5
(M 4'5)	0'75	M24×2	2
M 5	0'8	(M27×2)	2
M 6	1	M30×2	2
(M 7)	1	M33×2	2
M 8	1'25	M36×3	3
M 10	1'5	M39×3	3
M 12	1'75		
(M 14)	2		
M 16	2		
(M 18)	2'5		
M 20	2'5		
(M 22)	2'5		
M 24	3		
(M 27)	3		
M 30	3'5		
(M 33)	3'5		
M 36	4		
(M 39)	4		

ব্র্যাকেটের (বন্ধনীর) ভিতর যে
মাপগুলি আছে ঐগুলি তুলিয়া দিবার
কথা বিবেচনা করা হইতেছে। সেই
জন্য ঐ সকল মাপের নাট বা বন্ট
যতদূর সম্ভব তৈয়ারি না করাই ভাল।

ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ড মিলিমিটার খেড কাটিবার চেঞ্জ-হইল

(63 সংখ্যক দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার সাহায্যে)

যে খেড কাটিতে হইবে তাহার পিচ	লিড ক্র. $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি পিচ		লিড ক্র. $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি পিচ	
	চালক	চালিত	চালক	চালিত
মিলিমিটার				
1	63×20	80×100	—	—
1'25	63×25	80×100	—	—
1'5	63×30	80×100	—	—
1'75	63×35	80×100	—	—
2	63×40	80×100	63×20	80×100
2'5	63×50	80×100	63×25	80×100
3	63×60	80×100	63×30	80×100
3'5	63×70	80×100	63×35	80×100
4	63×20	40×50	63×40	80×100

ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ড মিলিমিটার খেড কাটিবার চেঞ্জ-হইল

(127 সংখ্যক দাঁতবিশিষ্ট গিয়ার সাহায্যে)

যে খেড কাটিতে হইবে তাহার পিচ	লিড ক্র. $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি পিচ		লিড ক্র. $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি পিচ	
	চালক	চালিত	চালক	চালিত
মিলিমিটার				
0'35	20×35	127×100	—	—
0'4	20×40	127×100	20×20	127×100
0'45	20×45	127×100	—	—
0'5	20×50	127×100	20×25	127×100
0'6	20×60	127×100	20×30	127×100
0'7	20×70	127×100	20×35	127×100
0'75	20×75	127×100	25×30	127×100
0'8	20×80	127×100	20×40	127×100
1	40×50	127×100	20×50	127×100
1'25	20×100	127×80	25×50	127×100
1'5	20×90	127×60	20×75	127×100
1'75	20×105	127×60	25×70	127×100
2	40	127	40×50	127×100
2'5	50	127	20×100	127×60
3	60	127	20×90	127×60
3'5	70	127	20×105	127×60
4	80	127	40	127

মিলিমিটার পিচের চেঞ্জ-হুইল

যে খণ্ড কাটিতে হইবে তাহার পিচ	লিড জু $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি পিচ		লিড জু $\frac{1}{3}$ ইঞ্চি পিচ	
মিলিমিটার	চালক	চালিত	চালক	চালিত
1 ('039 in.)	63 × 20	80 × 100	21 × 30	80 × 100
	35 × 45	100 × 100	21 × 45	100 × 120
2 ('079 in.)	63 × 30	60 × 100	63 × 20	80 × 100
	63 × 40	80 × 100	63 × 30	100 × 120
3 ('118 in.)	63 × 30	40 × 100	63 × 30	80 × 100
	63 × 45	60 × 100	63 × 45	100 × 120
4 ('157 in.)	63 × 30	50 × 60	63 × 30	60 × 100
	63 × 20	40 × 50	63 × 20	50 × 80
5 ('197 in.)	63 × 30	40 × 60	63 × 30	60 × 80
	45 × 70	50 × 80	45 × 70	80 × 100
6 ('236 in.)	63 × 45	50 × 60	63 × 30	50 × 80
	63 × 60	50 × 80	63 × 45	60 × 100
7 ('275 in.)	63 × 35	40 × 50	63 × 35	50 × 80
	63 × 70	50 × 80	63 × 70	80 × 100
8 ('315 in.)	63	50	63	100
	63 × 45	50 × 70	63 × 45	60 × 75
9 ('354 in.)	63 × 90	50 × 80	63 × 45	50 × 80
	63 × 45	40 × 50	63 × 90	80 × 100
10 ('393 in.)	63	40	63	80
	70 × 90	50 × 80	70 × 90	80 × 100
11 ('433 in.)	63 × 55	25 × 80	63 × 55	50 × 80
	63 × 110	50 × 80	63 × 110	80 × 100
12 ('474 in.)	63 × 30	20 × 50	63 × 30	40 × 50
	63 × 60	40 × 50	63 × 60	50 × 80
13 ('512 in.)	63 × 65	40 × 50	63 × 65	40 × 100
	63 × 65	25 × 80	63 × 65	50 × 80
14 ('551 in.)	63 × 70	40 × 50	63 × 70	50 × 80
	63 × 105	40 × 75	63 × 70	40 × 100
15 ('591 in.)	63 × 75	40 × 50	63 × 75	50 × 80
	63 × 90	40 × 60	63 × 90	60 × 80
16 ('630 in.)	63 × 80	40 × 50	63 × 80	50 × 80
	63 × 60	30 × 50	63 × 60	50 × 60
17 ('660 in.)	63 × 85	20 × 100	63 × 85	40 × 100
	63 × 85	40 × 50	63 × 85	50 × 80
18 ('708 in.)	63 × 90	40 × 50	63 × 90	50 × 80
	63 × 45	20 × 50	63 × 45	40 × 50
19 ('748 in.)	63 × 95	40 × 50	63 × 95	50 × 80
	63 × 95	20 × 100	63 × 95	40 × 100

মিলিমিটার গিচের চেজ-ছইল

যে খে ড কাটিতে হইবে তাহার পিচ	লিড জু $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি পিচ		লিড জু $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি পিচ	
মিলিমিটার	চালক	চালিত	চালক	চালিত
20 (787 in.)	63 × 75	25 × 60	63 × 75	50 × 60
	63 × 60	30 × 40	63 × 60	40 × 60
21 (826 in.)	63 × 63	20 × 60	63 × 63	40 × 60
	63 × 63	30 × 40	63 × 63	30 × 80
22 (866 in.)	63 × 55	20 × 50	63 × 55	40 × 50
	63 × 100	40 × 50	63 × 100	50 × 80
23 (905 in.)	63 × 46	20 × 40	63 × 46	40 × 40
	63 × 115	40 × 50	63 × 115	50 × 80
24 (945 in.)	63 × 90	30 × 50	63 × 90	50 × 60
	63 × 60	20 × 50	63 × 60	40 × 50
25 (984 in.)	63 × 50	20 × 40	63 × 50	20 × 80
	70 × 90	40 × 40	70 × 90	40 × 80
26 (1023 in.)	63 × 65	20 × 50	63 × 65	25 × 80
	63 × 65	25 × 40	63 × 65	40 × 50
27 (1063 in.)	63 × 54	20 × 40	63 × 54	20 × 80
	63 × 81	30 × 40	63 × 81	40 × 60
28 (1102 in.)	63 × 70	20 × 50	63 × 70	40 × 50
	63 × 70	25 × 40	63 × 70	25 × 80
29 (1140 in.)	63 × 58	20 × 40	63 × 58	20 × 80
	63 × 145	20 × 100	63 × 145	40 × 100
30 (1180 in.)	63 × 60	20 × 40	63 × 60	20 × 80
	63 × 90	30 × 40	63 × 90	40 × 60
31 (1220 in.)	63 × 62	20 × 40	62 × 62	20 × 80
	63 × 62	25 × 32	63 × 62	40 × 40
32 (1260 in.)	63 × 60	25 × 30	63 × 60	30 × 50
	63 × 80	25 × 40	63 × 80	40 × 50
33 (1300 in.)	33 × 63	20 × 20	66 × 63	20 × 80
	66 × 63	20 × 40	63 × 99	40 × 60
34 (1338 in.)	63 × 85	20 × 50	63 × 85	40 × 50
	63 × 85	25 × 40	63 × 85	25 × 80
35 (1378 in.)	63 × 70	20 × 40	63 × 70	40 × 40
	63 × 105	30 × 40	63 × 70	20 × 80
36 (1417 in.)	63 × 90	20 × 50	63 × 90	40 × 50
	63 × 90	25 × 40	63 × 90	25 × 80
37 (1456 in.)	63 × 37	20 × 20	63 × 37	20 × 40
	63 × 74	20 × 40	63 × 74	20 × 80
38 (1496 in.)	63 × 95	25 × 40	63 × 95	40 × 50
	63 × 95	20 × 50	63 × 95	20 × 100

মিলিমিটার পিচের চেঞ্জ-হুইল

যে খেঁড় কাটিতে হইবে তাহার পিচ	লিড জু $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি পিচ		লিড জু $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি পিচ	
	চালক	চালিত	চালক	চালিত
মিলিমিটার				
39 (1'535 in.)	63 X 78	20 X 40	63 X 78	40 X 40
	63 X 78	25 X 32	63 X 78	20 X 80
40 (1'575 in.)	63 X 80	20 X 40	63 X 80	40 X 40
	63 X 40	20 X 20	70 X 90	40 X 50
42 (1'653 in.)	63 X 84	20 X 40	63 X 105	40 X 50
	63 X 105	20 X 40	63 X 81	20 X 80
44 (1'732 in.)	63 X 55	20 X 25	63 X 55	20 X 50
	63 X 110	25 X 40	63 X 110	40 X 50
45 (1'770 in.)	63 X 45	20 X 20	63 X 45	20 X 40
	63 X 90	20 X 40	63 X 90	40 X 40
46 (1'811 in.)	63 X 115	20 X 50	63 X 115	40 X 50
	63 X 115	25 X 40	63 X 115	20 X 100
48 (1'890 in.)	63 X 60	20 X 25	63 X 60	25 X 40
	63 X 90	25 X 30	63 X 90	30 X 50
50 (1'968 in.)	63 X 50	20 X 20	63 X 50	20 X 40
	63 X 75	20 X 30	63 X 75	30 X 40
55 (2'165 in.)	63 X 55	20 X 20	63 X 55	20 X 40
	63 X 110	20 X 40	63 X 110	40 X 40
60 (2'362 in.)	63 X 60	20 X 20	63 X 60	20 X 40
	63 X 90	20 X 30	63 X 75	20 X 50
65 (2'560 in.)	63 X 65	20 X 20	63 X 65	20 X 40
	63 X 78	20 X 24	63 X 78	20 X 48
70 (2'756 in.)	63 X 70	20 X 20	63 X 70	20 X 40
	63 X 105	20 X 30	63 X 105	20 X 60
75 (2'953 in.)	63 X 75	20 X 20	63 X 75	20 X 40
	63 X 90	20 X 24	63 X 90	20 X 48
80 (3'149 in.)	63 X 80	20 X 20	63 X 80	20 X 40
	63 X 100	20 X 25	63 X 100	25 X 40
85 (3'346 in.)	63 X 85	20 X 20	63 X 85	20 X 40
	63 X 102	20 X 24	63 X 102	24 X 40
90 (3'543 in.)	63 X 90	20 X 20	63 X 90	20 X 40
	63 X 108	20 X 24	63 X 108	40 X 24
95 (3'740 in.)	63 X 95	20 X 20	63 X 95	20 X 40
	63 X 76	20 X 16	63 X 76	20 X 32
100 (3'930 in.)	63 X 100	20 X 20	63 X 100	20 X 40
	70 X 90	20 X 20	70 X 90	20 X 40

ইংলিশ থ্রেডের চেঞ্জ-গিয়ারের তালিকা

(দুই সেট চেঞ্জ গিয়ার দেখা হইয়াছে)

ইঞ্চি প্রতি থ্রেডের সংখ্যা	লিড জু $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি পিচ				লিড জু $\frac{1}{8}$ ইঞ্চি পিচ			
	চালক		চালিত		চালক		চালিত	
৩০ {	২০	৩০	৭৫	১০০	২০	২০	১০০	১০০
	২০	৪০	৪০	১২৫	২০	৩০	১২০	১২৫
৪৫ {	২০	২৫	৬০	১০০	২০	২৫	১০০	১২০
	২৫	৩০	৭৫	১২০	২০	২০	৪০	১২০
৪৫ {	২০	৩০	৭৫	৯০	২০	২০	৭৫	১২০
	২০	৪০	৯০	১০০	২০	২৫	৯০	১২৫
৪০ {	২০	৫৫	১০০	১১০	২০	৩০	১০০	১২০
	২০	৬০	৪০	১০০	২০	২৫	১০০	১০০
৫৫ {	৩০	৪০	১০০	১০৫	২০	৩০	১০০	১০৫
	২০	৪০	৭০	১০০	২৫	৩০	১০৫	১২৫
৫০ {	২০	৬০	৯০	১০০	২০	৪০	১০০	১২০
	২০	৫০	৭৫	১০০	২০	৩৫	১০০	১০৫
২৮ {	২০	৩০	৪০	১০৫	২০	২৫	৭০	১০০
	২০	৩০	৬০	৭০	২০	৪৫	১০৫	১২০
২৬ {	২০	৩০	৬০	৬৫	২০	২৫	৬৫	১০০
	২৫	৪০	৬৫	১০০	২০	৩০	৬৫	১২০
২৫ {	৩০	৪০	৭৫	১০০	২০	৩০	৭৫	১০০
	২০	৬০	৭৫	১০০	২০	৬০	১২০	১২৫
২৪ {	২০	২০	১২০		২৫	৩০	৭৫	১২০
	২০	৪০	৬০	৪০	২০	২৫	৬০	১০০
২৩ {	২০	২০	১১৫		২০	৫০	১০০	১১৫
	৩০	৪০	৬০	১১৫	২০	৩০	৬০	১১৫
২২ {	২০	২০	১১০		২০	৩০	৬০	১১০
	৩০	৫০	৭৬	১১৫	২০	৪০	৪০	১১০
২১ {	২০	৪০	৬০	৭০	২০	৪০	৭০	১২০
	৩০	৪০	৭০	৯০	২০	২০	৭০	৯০
২০ {	২০	২০	১০০		২০	৪০	৪০	১০০
	২০	৪০	৫০	৪০	২০	৩৫	৭০	১০০
১৯ {	২০	২০	৯৫		২৫	৪০	৯৫	১০০
	৩০	৪০	৬০	৯৫	২০	৬০	৯৫	১২০
১৮ {	২০	২০	৯০		২৫	৪০	৭৫	১২০
	৩০	৪০	৬০	৯০	৩৫	৪০	১০৫	১২০

ইংলিশ খেঁড়ের চেঞ্জ-গিয়ার

ইঞ্চি প্রতি খেঁড়ের সংখ্যা	লিড জু ¼ ইঞ্চি পিচ		লিড জু ⅓ ইঞ্চি পিচ	
	চালক	চালিত	চালক	চালিত
17 {	20 30 40	85 60 85	20 60 20 45	85 120 85 90
16 {	20 35 40	80 70 80	25 30 30 45	50 120 90 120
15 {	20 20 40	75 30 100	20 80 20 70	100 120 100 105
14 {	20 30 40	70 60 70	20 75 20 50	100 105 70 100
13 {	20 40 45	65 65 90	20 50 20 60	65 100 65 120
12 {	20 30 50	60 60 75	20 25 60	120 90 100
11 {	40 30 40	110 55 60	20 30 60	110 90 110
10 {	40 30 40	100 50 60	20 35 60	100 100 105
9 {	40 30 40	90 45 60	20 30 70	90 90 105
8 {	40 20 75	80 50 60	20 35 60	80 70 120
7½ {	40 20 80	75 50 60	20 30 80	75 75 120
7 {	40 30 80	70 60 70	20 30 80	70 70 120
6½ {	40 30 60	65 45 65	20 30 80	65 65 120
6 {	30 20 60	45 40 45	30 35 80	90 70 120
5½ {	40 40 60	55 30 110	20 40	55 110
5 {	40 60	50 75	30 40	75 100

ইংলিশ থ্রেডের চেঞ্জ-গিয়ার

ইঞ্চি প্রতি থ্রেডের সংখ্যা	লিড জু $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি পিচ		লিড জু $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি পিচ	
	চালক	চালিত	চালক	চালিত
$4\frac{1}{2}$ {	40 40 100	75 45 60	40 20	90 45
4 {	30 40 105	90 40 35	30 40	60 80
$3\frac{1}{2}$ {	40 40 60	30 35 70	30 40 90	45 70 105
$3\frac{1}{4}$ {	70 80 40	35 65 65	50 40 80	65 65 100
3 {	80 40	60 30	40 30	60 45
$2\frac{3}{4}$ {	40 100 40 120	115 25 115 30	20 100 40 100	115 25 115 50
$2\frac{1}{2}$ {	60 80 100	55 55 75	40 80	55 110
$2\frac{1}{4}$ {	40 100 40 120	105 25 105 30	80 40 110	105 105 50
$2\frac{1}{8}$ {	40 80 80	75 50 30	40 40 120	100 50 60
$2\frac{1}{16}$ {	40 100 40 120	95 25 95 30	80 40 100	95 95 50
$2\frac{1}{32}$ {	40 80 100	75 45 30	40 40 100	90 45 50
2 {	40 80 75	50 40 30	60 30 75	60 90 25
$1\frac{1}{2}$ {	40 80 40 80	50 30 75 20	80 40 80	75 100 30
$1\frac{1}{4}$ {	80 80 100	70 35 50	80 60 90	70 105 45
$1\frac{1}{8}$ {	60 80 50 80	65 30 55 25	60 100 40 90	75 65 65 45
$1\frac{1}{16}$ {	60 80 100	75 30 30	80 60 110	60 90 55

ইংলিশ থ্রেডের চেঞ্জ-গিয়ার

ইঞ্চি প্রতি থ্রেডের সংখ্যা	লিড দ্বু ১ ইঞ্চি পিচ		লিড দ্বু ১ ইঞ্চি পিচ	
	চালক	চালিত	চালক	চালিত
1 1/2 {	80 120 80 50	110 30 55 35	80 70 110 35	55 35
1 1/4 {	80 120 80 120	25 40 75 40	80 120 40 120	50 30
1 1/2 {	60 80 80 100	45 30 50 45	80 100 90 45	50 50
1 {	100 100 80 100	25 40 50 40	60 80 80 40	30 40
1 1/4 {	100 120 75 50	60 40 30 25	100 75 80 75	40 40
1 1/2 {	80 90 70 75	40 30 35 25	90 70 60 70	30 35
1 1/4 {	70 75 80 105	30 25 40 30	75 105 70 105	25 35
2 {	80 100 75 80	40 25 30 25	80 60 70 110	30 35
2 1/4 {	75 90 90 100	30 25 40 25	90 105 70 90	35 35
2 1/2 {	100 75 100 120	30 25 40 30	75 100 75 110	30 30
2 3/4 {	100 110 100 75	40 25 30 25	100 110 90 110	40 40
3 {	90 110 105 120	30 25 35 30	90 100 75 150	30 25

প্রতি সেটে বাইশটি চেঞ্জ-গিয়ার দেওয়া থাকে। ২০ দাঁতের
তারপর 25, 30, এইরূপে পাঁচ পাঁচ অন্তর বাড়িয়া বড়টি 120 দাঁতের (21 টি)।
স্বাধারণতঃ 20 দাঁতের গিয়ার দুইটি থাকে। মোট 22টি।

বিভিন্ন ধাতুর উপযোগী কাটিং স্পীড

ধাতু	কাটিং স্পীড (ফিট প্রতি মিনিটে)				
	টার্নিং এবং বোরিং		থ্রেডিং	ড্রিলিং	রিমিং
	ফাট	ফিনিশ			
কাঠ আয়রণ (নরম ও মাঝারি)	60 হইতে ৮০	60 হইতে 80	30 হইতে 35	60	20
কাঠ আয়রণ (শক্ত)	40 হইতে 60	40 হইতে 60	10 হইতে 30	25	20
নরম স্টীল	60 হইতে 120	40 হইতে 75	35 হইতে 50	90	20
শক্ত স্টীল	20 হইতে 35	10 হইতে 25	10 হইতে 15	35	10
ব্রাস, বেরেলো	150 হইতে 200	100 হইতে 150	যাহাতে না কাঁপে তার জন্য যতদূর সম্ভব বেগী	200 হইতে 300	40 হইতে 50
ফসফরাস এবং ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড	30 হইতে 80	25 হইতে 60	20 হইতে 40	50	20
মোমের মেটাল	50 হইতে 60	25 হইতে 35	20 হইতে 35	50 হইতে 60	15 হইতে 20
অ্যালুমিনিয়াম	125 হইতে 150	80 হইতে 125	যাহাতে না কাঁপে তার জন্য যতদূর সম্ভব বেগী	125 হইতে 150	35
তামা (Copper)	60 হইতে 120	60 হইতে 120	50 হইতে 100	80	20
ব্যাট	150 হইতে 200	150 হইতে 200	যাহাতে না কাঁপে তার জন্য যতদূর সম্ভব বেগী	150	40 হইতে 50

তালিকা

২২৯

এক্স লুব্রিক্যান্টস-এর তালিকা

লুব্রিক্যান্টস (Lubricants)					
টার্নিং এবং বোরিং		থ্রেডিং	ড্রিলিং	রিমিং	
ফাট	ফিনিশ				
শুক	শুক	শুক	শুক	শুক	শুক অথবা চার্কি এবং গ্রাফাইট
শুক অথবা ক্লফাট	শুক অথবা তারপিন	শুক অথবা তারপিন তেল	শুক, তারপিন তেল অথবা কেবোসিন তেল	কেবোসিন	
যে কোন ক্লফাট	কাটিং কম্পাউন্ড কাটিং অয়েল সোপ ওয়াশার	কাটিং কম্পাউন্ড, কাটিং অয়েল, সাবান জল	যে কোন ক্লফাট	মেসিন অয়েল কাটিং কম্পাউন্ড	
যে কোন ক্লফাট	মিনারেল লার্ড অয়েল	মিনারেল লার্ড অয়েল	কেবোসিন, কড়া সাবান জল	মিনারেল লার্ড অয়েল	
শুক অথবা ক্লফাট	শুক	কেবোসিন অথবা তারপিন তেল	শুক	কেবোসিন অথবা তারপিন তেল	
যে কোন ক্লফাট	মিনারেল, লার্ড অয়েল	মিনারেল লার্ড অয়েল	শুক অথবা যে কোন ক্লফাট	শুক অথবা মিনারেল লার্ড অয়েল	
শুক অথবা যে কোন ক্লফাট	মিনারেল, লার্ড অয়েল	মিনারেল লার্ড অয়েল	মিনারেল লার্ড অয়েল	মিনারেল লার্ড অয়েল	
শুক অথবা কেবোসিন	কেবোসিন	কেবোসিন	শুক	কেবোসিনের সহিত 252 সলিউব ল কাটিং অয়েল	
শুক, লার্ড অয়েল এবং তারপিন	লার্ড অয়েল এবং তার- পিন তেলের মিশ্র	শুক অথবা লার্ড অয়েল এবং তারপিন তেলের মিশ্র	শুক, ক্লিং কম্পাউন্ড, লার্ড অয়েল এবং তারপিন তেল	শুক	
শুক	কেবোসিন এবং মিনারেল লার্ড অয়েলের মিশ্র	কেবোসিন এবং মিনারেল লার্ড অয়েলের মিশ্র	কেবোসিন অথবা তারপিন তেল	কেবোসিন	

ভগ্নাংশের সমতুল দশমিক
Decimal Equivalents of Fractions

$\frac{1}{34}$	015625	$\frac{13}{64}$	359375	$\frac{45}{64}$	703125
$\frac{1}{32}$	03125	$\frac{3}{8}$	375	$\frac{33}{64}$	71875
$\frac{3}{64}$	046875	$\frac{35}{64}$	390625	$\frac{47}{64}$	734375
$\frac{1}{16}$	0625	$\frac{13}{32}$	40625	$\frac{3}{2}$	75
$\frac{5}{64}$	078125	$\frac{27}{64}$	421875	$\frac{49}{64}$	765625
$\frac{3}{32}$	09375	$\frac{7}{16}$	4375	$\frac{35}{64}$	78125
$\frac{7}{64}$	109375	$\frac{19}{64}$	453125	$\frac{53}{64}$	796875
$\frac{1}{8}$	125	$\frac{15}{32}$	46875	$\frac{13}{16}$	8125
$\frac{9}{64}$	140625	$\frac{31}{64}$	484375	$\frac{54}{64}$	828125
$\frac{5}{32}$	15625	$\frac{1}{2}$	5	$\frac{37}{64}$	84375
$\frac{11}{64}$	171875	$\frac{33}{64}$	516255	$\frac{55}{64}$	859375
$\frac{3}{16}$	1875	$\frac{17}{32}$	53125	$\frac{7}{8}$	875
$\frac{13}{64}$	203125	$\frac{35}{64}$	546875	$\frac{57}{64}$	890625
$\frac{7}{32}$	21875	$\frac{9}{16}$	5625	$\frac{39}{64}$	90625
$\frac{15}{64}$	234375	$\frac{37}{64}$	578125	$\frac{59}{64}$	921875
$\frac{1}{4}$	25	$\frac{19}{32}$	59375	$\frac{15}{16}$	9375
$\frac{17}{64}$	265625	$\frac{39}{64}$	609375		
$\frac{9}{32}$	28125	$\frac{5}{8}$	625	$\frac{61}{64}$	953125
$\frac{19}{64}$	296875	$\frac{41}{64}$	640625	$\frac{31}{32}$	96875
$\frac{5}{16}$	3125	$\frac{31}{32}$	65625	$\frac{63}{64}$	984375
$\frac{21}{64}$	328125	$\frac{43}{64}$	671875		
$\frac{11}{32}$	34375	$\frac{11}{16}$	6875	1	10

মিলিমিটার ও তাহাদের সমতুল ইঞ্চি
(Millimeters and their Equivalents in Inches)

মিলি মিটার mm.	ইঞ্চি Inches	মিলি মিটার mm.	ইঞ্চি Inches	মিলি মিটার mm.	ইঞ্চি Inches	মিলি মিটার mm	ইঞ্চি Inches
1	0'0394	26	1'0236	51	2'0079	76	2'9922
2	0'0787	27	1'0630	52	2'0473	77	3'0315
3	0'1181	28	1'1024	53	2'0866	78	3'0709
4	0'1575	29	1'1417	54	2'1260	79	3'1103
5	0'1968	30	1'1811	55	2'1654	80	3'1496
6	0'2362	31	1'2205	56	2'2047	81	3'1890
7	0'2756	32	1'2598	57	2'2441	82	3'2284
8	0'3150	33	1'2992	58	2'2835	83	3'2677
9	0'3543	34	1'3386	59	2'3228	84	3'3071
10	0'3937	35	1'3780	60	2'3622	85	3'3465
11	0'4331	36	1'4173	61	2'4016	86	3'3859
12	0'4724	37	1'4567	62	2'4410	87	3'4252
13	0'5118	38	1'4961	63	2'4803	88	3'4646
14	0'5512	39	1'5354	64	2'5197	89	3'5040
15	0'5906	40	1'5748	65	2'5591	90	3'5433
16	0'6299	41	1'6142	66	2'5984	91	3'5827
17	0'6693	42	1'6536	67	2'6378	92	3'6221
18	0'7087	43	1'6929	68	2'6772	93	3'6614
19	0'7480	44	1'7323	69	2'7166	94	3'7008
20	0'7874	45	1'7717	70	2'7559	95	3'7402
21	0'8268	46	1'8110	71	2'7953	96	3'7796
22	0'8661	47	1'8504	72	2'8347	97	3'8189
23	0'9055	48	1'8898	73	2'8740	98	3'8583
24	0'9449	49	1'9291	74	2'9134	99	3'8977
25	0'9842	50	1'9685	75	2'9528	100	3'9370

হাই-স্পীড স্টীল নিম্নিত টুইষ্ট ড্রিলের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য স্পীড এবং ফীড

(Speeds and Feeds for High Speed Steel Twist Drills)

স্ট.আয়রণ ও মাইল্ড স্টীলের ক্ষেত্রে মোটামুটি স্পীড ও ফীড			সাধারণ কাষ্ট আয়রণের জন্য মোটামুটি স্পীড ও ফীড		
ড্রিলের ব্যাস (ইঞ্চিতে)	প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন	প্রতি ইঞ্চি ফীডে ঘূর্ণন	ড্রিলের ব্যাস (ইঞ্চিতে)	প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন	প্রতি ইঞ্চি ফীডে ঘূর্ণন
$\frac{1}{8}$	1025	250	$\frac{1}{8}$	1200	265
$\frac{5}{16}$	875	225	$\frac{5}{16}$	900	240
$\frac{3}{8}$	750	200	$\frac{3}{8}$	865	220
$\frac{7}{16}$	650	150	$\frac{7}{16}$	750	160
$\frac{1}{2}$	550	100	$\frac{1}{2}$	630	110
$\frac{5}{8}$	450	100	$\frac{5}{8}$	520	110
$\frac{3}{4}$	375	100	$\frac{3}{4}$	430	110
$\frac{7}{8}$	325	100	$\frac{7}{8}$	375	110
1	275	75	1	320	85
$1\frac{1}{8}$	250	75	$1\frac{1}{8}$	290	85
$1\frac{1}{4}$	225	75	$1\frac{1}{4}$	260	85
$1\frac{3}{8}$	200	75	$1\frac{3}{8}$	230	85
$1\frac{1}{2}$	175	75	$1\frac{1}{2}$	200	85
$1\frac{3}{4}$	150	75	$1\frac{3}{4}$	175	85
2	135	75	2	155	85
$2\frac{1}{4}$	120	60	$2\frac{1}{4}$	140	65
$2\frac{1}{2}$	110	60	$2\frac{1}{2}$	125	65
$2\frac{3}{4}$	100	60	$2\frac{3}{4}$	115	65
3	90	60	3	100	65
$3\frac{1}{4}$	85	60	$3\frac{1}{4}$	95	65
$3\frac{1}{2}$	80	60	$3\frac{1}{2}$	90	60
$3\frac{3}{4}$	70	60	$3\frac{3}{4}$	80	60
4	60	60	4	70	60

বিভিন্ন শ্রেণীর ফিটের উপযোগী টলারেন্স

A এবং B=নির্দিষ্ট ছিদ্রের (Standard hole) মাপ যাহাকে ভিত্তি করিয়া সাফটের সীমা উল্লেখ করা হয়। A এবং B যে কোন একটিকে অনুসরণ করা চলে। F=ফোর্স ফিট ; D=ড্রাইভিং ফিট ; P=পুশ ফিট।

শ্রেণী	ষ্ট্যান্ডার্ড ছিদ্রে টলারেন্স			
	নমিনাল ডায়মিটার $\frac{1}{8}$ " পর্যন্ত	$\frac{9}{16}$ " হইতে 1"	1 $\frac{1}{8}$ " হইতে 2"	2 $\frac{1}{8}$ " হইতে "
A	হাই-লিমিট	+ '00025	+ '00050	+ '00075
	লো-লিমিট	- '00025	- '00025	- '00025
	টলারেন্স	'00050	'00075	'00100
B	হাই-লিমিট	+ '00050	+ '00075	+ '00100
	লো-লিমিট	- '00050	- '00020	- '00050
	টলারেন্স	'00100	'00125	'00200
ফোর্স-ফিট				
F	হাই-লিমিট	+ '00100	+ '00200	+ '00400
	লো-লিমিট	+ '00050	+ '00150	+ '00300
	টলারেন্স	'00050	'00050	'00100
ড্রাইভিং-ফিট				
D	হাই-লিমিট	+ '00050	+ '00100	+ '00150
	লো-লিমিট	+ '00025	+ '00075	+ '00100
	টলারেন্স	'00025	'00025	'00050
পুশ-ফিট				
P	হাই-লিমিট	- '00025	- '00025	- '00025
	লো-লিমিট	- '00075	- '00075	- '00075
	টলারেন্স	'0005	'0005	'0005

মানিং ফিটের উপযোগী টলারেজ

নমিনাল ডায়ামেটার	1" পৰ্যন্ত	1 9/16"-1" পৰ্যন্ত	1 1/8"-2" পৰ্যন্ত	2 1/8"-3" পৰ্যন্ত	3 1/8"-4" পৰ্যন্ত	4 1/8"-5" পৰ্যন্ত	5 1/8"-6" পৰ্যন্ত
X							
হাই-নিমিট	-.00100	-.00125	-.00175	-.00200	-.00250	-.00300	-.00350
লো-নিমিট	-.00200	-.00275	-.00350	-.00425	-.00500	-.00575	-.00650
টলারেজ	.00100	.00150	.00175	.00225	.00250	.00275	.00300
Y							
হাই-নিমিট	-.00075	-.00100	-.00125	-.00150	-.00200	-.00225	-.00250
লো-নিমিট	-.00125	-.00200	-.00250	-.00300	-.00350	-.00400	-.00450
টলারেজ	.00100	.00100	.00125	.00150	.00150	.00175	.00200
Z							
হাই-নিমিট	-.00050	-.00075	-.00075	-.00100	-.00100	-.00125	-.00125
লো-নিমিট	-.00075	-.00125	-.00100	-.00200	-.00225	-.00250	-.00275
টলারেজ	.00025	.00050	.00075	.00100	.00125	.00125	.00150

X = ইয়া ইঞ্জিন অতীতি কামিসকল, যেখানে সহজ ফিটিং-এর অয়োজন সেই সকল ক্ষেত্রে উপযোগী।

Y = ইয়া ক্রত স্পীডে এবং সাধারণ মেসিনের কাজের পক্ষে উপযুক্ত।

Z = ইয়া দক্ষ যন্ত্রপাতির ক্ষেত্রে ব্যবহার হয়।

সংখ্যা অনুযায়ী ড্রিলের মাপ
(Number Sizes of Drills)

সংখ্যা	ভগ্নাংশে মাপ	সংখ্যা	ভগ্নাংশে মাপ	সংখ্যা	ভগ্নাংশে মাপ	সংখ্যা	ভগ্নাংশে মাপ
1	.2280	21	.1590	41	.0960	61	.0390
2	.2210	22	.1570	42	.0935	62	.0380
3	.2130	23	.1540	43	.0909	63	.0370
4	.2090	24	.1520	44	.0860	64	.0360
5	.2055	25	.1495	45	.0820	65	.0350
6	.2040	26	.1470	46	.0810	66	.0330
7	.2010	27	.1440	47	.0785	67	.0320
8	.1990	28	.1405	48	.0760	68	.0310
9	.1960	29	.1360	49	.0730	69	.02925
10	.1935	30	.1285	50	.0700	70	.0280
11	.1910	31	.1220	51	.0670	71	.0260
12	.1890	32	.1160	52	.0635	72	.0250
13	.1850	33	.1130	53	.0595	73	.0240
14	.1820	34	.1110	54	.0550	74	.0225
15	.1800	35	.1100	55	.0520	75	.0210
16	.1770	36	.1065	56	.0465	76	.0200
17	.1730	37	.1040	57	.0430	77	.0180
18	.1695	38	.1015	58	.0420	78	.0160
19	.1660	39	.0995	59	.0410	79	.0140
20	.1610	40	.0980	60	.0400	80	.0130

অক্ষর অনুযায়ী ড্রিলের মাপ
(Letter Sizes of Drills)

অক্ষর	ভগ্নাংশের মাপ	অক্ষর	ভগ্নাংশের মাপ
A	$\frac{15}{64}$	N	.302
B		O	$\frac{5}{16}$
C		P	$\frac{3}{8}$
D		Q	$\frac{1}{4}$
E	$\frac{1}{4}$	R	$\frac{11}{32}$
F		S	$\frac{3}{8}$
G		T	$\frac{3}{4}$
H	$\frac{17}{64}$	U	$\frac{3}{8}$
I		V	$\frac{3}{8}$
J		W	$\frac{5}{8}$
K	$\frac{9}{32}$	X	$\frac{1}{2}$
L		Y	$\frac{13}{32}$
M	$\frac{19}{64}$	Z	.413

**‘হেক্সাগন’ আকারযুক্ত ‘নাট’ এবং বোল্ট-এর মাথার
মাপ (ছইটওয়ার্থ স্ট্যান্ডার্ড)**

**(Dimensions of Whitworth Standard
Hexagonal Nuts & bolt-heads)**

বোল্টের বাস (ইঞ্চি)	নাট অথবা বোল্টের মাথার ছইটি বিপরীত পার্শ্বভাগের দূরত্ব (ইঞ্চি)	বোল্টের মাথার উচ্চতা (ইঞ্চি)	বোল্টের বাস (ইঞ্চি)	নাট অথবা বোল্টের মাথার ছইটি বিপরীত পার্শ্বভাগের দূরত্ব (ইঞ্চি)	বোল্টের মাথার উচ্চতা (ইঞ্চি)
$\frac{1}{8}$	0.338	0.109	$1\frac{1}{8}$	2.215	1.203
$\frac{3}{16}$	0.448	0.164	$1\frac{1}{2}$	2.413	1.312
$\frac{1}{4}$	0.525	0.219	$1\frac{5}{8}$	2.576	1.422
$\frac{5}{16}$	0.601	0.273	$1\frac{3}{4}$	2.758	1.531
$\frac{3}{8}$	0.709	0.328	$1\frac{7}{8}$	3.018	1.641
$\frac{7}{16}$	0.820	0.383	2	3.149	1.750
$\frac{1}{2}$	0.919	0.437	$2\frac{1}{8}$	3.337	1.859
$\frac{9}{16}$	1.011	0.492	$2\frac{1}{4}$	3.546	1.969
$\frac{5}{8}$	1.101	0.547	$2\frac{3}{8}$	3.750	2.078
$\frac{11}{16}$	1.201	0.601	$2\frac{1}{2}$	3.894	2.187
$\frac{3}{4}$	1.301	0.656	$2\frac{5}{8}$	4.049	2.297
$\frac{13}{16}$	1.399	0.711	$2\frac{3}{4}$	4.181	2.406
$\frac{7}{8}$	1.479	0.766	$2\frac{7}{8}$	4.346	2.516
$\frac{15}{16}$	1.574	0.820	3	4.531	2.625
	1.670	0.875	উপরিউক্ত প্রতিটি ক্ষেত্রে নাটের উচ্চতা = বোল্টের বাসের মাপ।		
$\frac{1}{8}$	1.860	0.984			
$\frac{1}{2}$	2.048	1.094			

ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড হুইটওয়ার্থ থ্রেড
(British Standard Whitworth Thread—B.S.W.)

ডায়মেটার (ইঞ্চ)	প্রতি ইঞ্চ থ্রেডের সংখ্যা	শিচ্ (ইঞ্চ)	কোর-ডায়মেটার (ইঞ্চ)	ট্যাপের অন্ত ব্যবহার্য ড্রিলের মাপ (ইঞ্চ)
$\frac{1}{8}$	40	0.0250	0.0930	No. 41
$\frac{3}{16}$	32	0.0312	0.1102	No. 31
$\frac{1}{4}$	24	0.0416	0.1341	No. 28
$\frac{5}{16}$	24	0.0416	0.1653	No. 18
$\frac{3}{8}$	20	0.0500	0.1860	$\frac{1}{8}$
$\frac{7}{16}$	18	0.0556	0.2414	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{2}$	16	0.0625	0.2950	$\frac{3}{8}$
$\frac{5}{8}$	14	0.0714	0.3460	$\frac{1}{2}$
$\frac{3}{4}$	12	0.0833	0.3933	$\frac{5}{8}$
$\frac{7}{8}$	12	0.0833	0.4558	$\frac{3}{4}$
$\frac{15}{16}$	11	0.0909	0.5186	$\frac{7}{8}$
$1\frac{1}{16}$	11	0.0909	0.5711	$\frac{15}{16}$
$1\frac{1}{8}$	10	0.1000	0.6219	$1\frac{1}{8}$
$1\frac{3}{8}$	10	0.1000	0.6844	$1\frac{3}{8}$
$1\frac{1}{2}$	9	0.1111	0.7327	$1\frac{1}{2}$
$1\frac{3}{4}$	8	0.1250	0.8399	$1\frac{3}{4}$
2	7	0.1429	0.9420	2
$2\frac{1}{4}$	7	0.1429	1.0670	$2\frac{1}{4}$
$2\frac{1}{2}$	6	0.1667	1.1616	$2\frac{1}{2}$

ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড ফাইন থ্রেড
(British Standard Fine Thread—B.S.F.)

ট্যাপ'-এর মাপ (ইঞ্চি)	প্রতি ইঞ্চি থ্রেডের সংখ্যা	পিচ (ইঞ্চি)	কোর-ডায়মিটার (ইঞ্চি)	ট্যাপের জঙ্ঘ বাবহার ডিম্বের মাপ (ইঞ্চি)
$\frac{7}{32}$	28	0.0357	0.1731	No. 16
$\frac{1}{4}$	26	0.0385	0.2037	No. 6
$\frac{9}{32}$	26	0.0385	0.2320	B
$\frac{5}{16}$	22	0.0455	0.2543	F
$\frac{3}{8}$	20	0.0500	0.3110	O
$\frac{7}{16}$	18	0.0555	0.3664	U
$\frac{1}{2}$	16	0.0625	0.4200	$\frac{27}{64}$
$\frac{9}{16}$	16	0.0625	0.4825	$\frac{31}{64}$
$\frac{5}{8}$	14	0.0714	0.5335	$\frac{35}{64}$
$\frac{11}{16}$	14	0.0714	0.5960	$\frac{39}{64}$
$\frac{3}{4}$	12	0.0833	0.6433	$\frac{41}{32}$
$\frac{13}{16}$	12	0.0833	0.7058	$\frac{43}{32}$
$\frac{7}{8}$	11	0.0909	0.7586	$\frac{49}{64}$
1	10	0.1000	0.8719	$\frac{7}{8}$
$1\frac{1}{8}$	9	0.1111	0.9827	$\frac{63}{64}$
$1\frac{1}{4}$	9	0.1111	1.1077	$1\frac{7}{8}$
$1\frac{3}{8}$	8	0.1250	1.2149	$1\frac{7}{32}$
$1\frac{1}{2}$	8	0.1250	1.3390	$1\frac{11}{32}$

ব্রিটিশ অ্যাসোসিয়েশন ষ্ট্যান্ডার্ড থ্রেড
(British Association Standard Thread—B. A. S.)

ব্রিটিশ অ্যাসোসিয়ে শন ট্যাপ (সংখ্যা ক্রমে)	সংখ্যা অনুযায়ী ডায়মেটার (ইকে)	প্রতি ইকে থ্রেডের সংখ্যা	পিচ (ইকে)	কোর- ডায়মেটার (ইকে)	ট্যাপের জন্য ব্যবহার্য ড্রিলের মাপ (সংখ্যা-ক্রমে)
0	0'2362	25'4	0'0394	0'189	11
1	0'2087	28'2	0'0354	0'1662	18
2	0'1850	31'4	0'0319	0'1467	25
3	0'1614	34'8	0'0287	0'1269	30
4	0'1417	38'5	0'0260	0'1105	33
5	0'1260	43'1	0'0232	0'0981	39
6	0'1102	47'9	0'0209	0'0852	44
7	0'0984	52'9	0'0189	0'0757	47
8	0'0866	59'1	0'0169	0'0663	51
9	0'0748	65'1	0'0154	0'0564	53
10	0'0669	72'6	0'0138	0'0504	55
11	0'0591	81'9	0'0122	0'0445	56
12	0'0511	90'7	0'0110	0'0379	61
13	0'0472	102	0'0098	0'0354	64
14	0'0394	110	0'0091	0'0285	69
15	0'0354	121	0'0083	0'0255	71
16	0'0311	133	0'0075	0'0221	74
17	0'0276	149	0'0067	0'0186	76
18	0'0244	169	0'0059	0'0173	77
19	0'0211	182	0'0055	0'0145	79
20	0'0190	213	0'0047	0'0134	80

ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড পাইপ থ্রেড
(British Standard Pipe Thread—B. S. P.)

পাইপের ভিতরের ডায়মিটার [ইঞ্চি]	পাইপের বাহিরের ডায়মিটার [ইঞ্চি]	প্রতি ইঞ্চি থ্রেডের সংখ্যা	কোর- ডায়মিটার [ইঞ্চি]	ট্যাপের জন্য ব্যবহার্য ড্রিলের মাপ (ইঞ্চি)
$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	28	0.337	$\frac{1}{8}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	19	0.451	$\frac{3}{8}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	9	0.589	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	14	0.734	$\frac{3}{4}$
$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	14	0.811	$5\frac{3}{4}$
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	14	0.950	$8\frac{1}{2}$
$\frac{7}{8}$	$1\frac{3}{4}$	14	1.098	$10\frac{7}{8}$
1	$1\frac{1}{2}$	11	1.193	$10\frac{3}{4}$
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	11	1.534	$10\frac{5}{8}$
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	11	1.766	$10\frac{5}{8}$
$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{8}$	11	2.000	$20\frac{1}{4}$
2	$2\frac{3}{8}$	11	2.231	$2\frac{1}{4}$
$2\frac{1}{4}$	$2\frac{5}{8}$	11	2.471	$20\frac{1}{4}$
$2\frac{1}{2}$	3	11	2.844	$20\frac{5}{8}$
$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{4}$	11	3.094	$30\frac{7}{8}$
3	$3\frac{1}{2}$	11	3.344	$30\frac{3}{4}$

এই পুস্তকের বিত্তীয় খণ্ডে মিলিং মেশিন সম্বন্ধে
লেখা-চিত্র সহযোগে সবিস্তারে আলোচনা করা হইয়াছে।

